

MIKROPRZESZŁOŚĆ

Badania specjalistyczne w archeologii



pod redakcją
Aldony Kurzawskiej i Iwony Sobkowiak-Tabaki



WYDZIAŁ
ARCHEOLOGII

MIKROPRZESZŁOŚĆ

Badania specjalistyczne w archeologii

pod redakcją

Aldony Kurzawskiej i Iwony Sobkowiak-Tabaki

Poznań 2021

Mikroprzeszłość
Badania specjalistyczne w archeologii

Recenzje:
dr hab. Maria Lityńska-Zajac, prof. IAE PAN
dr hab. Marek Nowak, prof. UJ

Redakcja:
Aldona Kurzawska
Iwona Sobkowiak-Tabaka

Opracowanie techniczne i skład komputerowy:
Bartłomiej Gruszka

Korekta językowa:
Agnieszka Gruszka

Projekt okładki i rycin poprzedzających rozdziały:
Przemysław Matejko

ISBN: 978-83-946591-8-9

<https://doi.org/10.14746/WA.2021.1.978-83-946591-8-9>

Monografia jest dostępna online w Repozytorium Uniwersytetu im A. Mickiewicza w Poznaniu
<https://repozytorium.amu.edu.pl/>

Wydział Archeologii
Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu

Publikacja dofinansowana z Projektu Wydziału Archeologii nr DEC/19/WArch/2021

Copyright by Faculty of Archaeology Adam Mickiewicz University in Poznań and authors

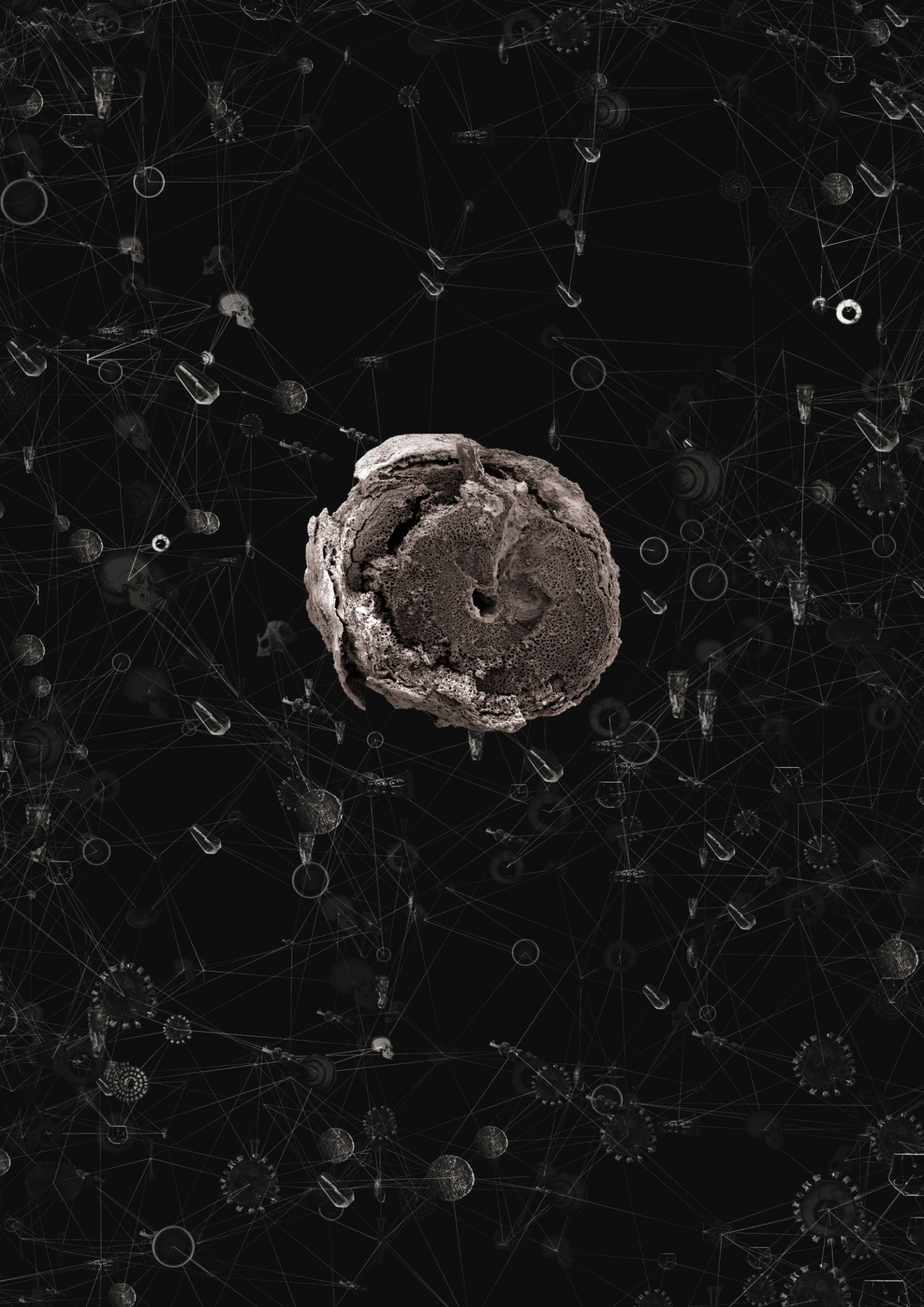
Poznań 2021

Nakład:
200 egz.

SPIS TREŚCI

Przedmowa	5
Andrzej Michałowski	
Wprowadzenie	7
Aldona Kurzawska, Iwona Sobkowiak-Tabaka	
Palinologia	13
Piotr Kołaczek, Monika Karpińska-Kołaczek, Sambor Czerwiński, Katarzyna Marcisz, Mariusz Lamentowicz	
Archeobotanika	31
Magdalena Moskal-del Hoyo	
Dendroarcheologia	67
Henryk P. Dąbrowski	
Mikroskamieniałości okrzemkowe	89
Monika Rzodkiewicz	
Wioślarki	115
Izabela Zawiska	
Archeoentomologia	131
Marcin Kadej, Szymon Konwerski, Agata Hałuszko	
Archeomalakologia	155
Aldona Kurzawska	
Izotopy stabilne węgla ($\delta^{13}\text{C}$) i tlenu ($\delta^{18}\text{O}$) w archeomalakologii	181
Karina Apolinarska	
Archeozoologia	199
Jarosław Wilczyński	

Antropologia fizyczna	219
Dorota Lorkiewicz-Muszyńska, Julia Sobol, Wojciech Kociemba, Anna Hyrchała, Mariusz Glapiński	
Archeogenetyka	249
Maciej Chyleński	
Mikromorfologia	277
Karolina Leszczyńska, Michał Jankowiak	
Petroarcheologia	297
Piotr Gunia, Ewa Lisowska	
Surowce krzemionkowe – możliwości badań	315
Iwona Sobkowiak-Tabaka	
Traseologia	333
Katarzyna Pyżewicz	
Ceramika – badania petroarcheologiczne	353
Piotr Gunia, Marta Krueger, Ewa Lisowska	
Ceramika – badania osadów organicznych wnętrza naczyń	367
Marta Krueger	
Tekstylnia	387
Maria Cybulska, Anna Drązkowska	
Archeometalurgia	407
Marcin Biborski, Mateusz Biborski	
Mikroskopy stosowane w archeologii	431
Piotr Gunia, Ewa Lisowska, Aldona Kurzawska	
Ręczny spektrometr fluorescencji rentgenowskiej (XRF) w archeologii	443
Michał Krueger	
Wykaz autorów	451



Archeobotanika

Magdalena Moskal-del Hoyo

UWAGI WSTĘPNE: PRZEDMIOT I SPECYFIKA BADAŃ

Archeobotanika, jak sama nazwa wskazuje, zajmuje się badaniem szczątków roślinnych pochodzących ze stanowisk archeologicznych i jest nauką powstałą na styku dwóch dyscyplin, archeologii i botaniki. W związku z tym może odpowiadać na pytania dotyczące problemów szeroko rozumianej humanistyki, skupiając się przede wszystkim na zagadnieniach związanych z użytkowaniem roślin w rozmaitych celach przez ludzi w przeszłości. Umożliwia także poznanie historii roślinności danego regionu i warunków środowiskowych panujących w różnych okresach, a kształtujących się pod wpływem działalności człowieka. Jej znaczenie dla biologii łączy się też z rozpoznaniem powstania i rozprzestrzeniania się gatunków uprawnych oraz migracji gatunków dzikich towarzyszących człowiekowi, określanych jako archeofity. W literaturze przedmiotu można również spotkać pojęcie paleoetnobotaniki, które kładzie nacisk na botaniczny aspekt badań (Helbæk 1959; Lityńska-Zajac i Wasylikowa 2005; Pearsall 2015).

Materiałem badawczym w analizach archeobotanicznych są tzw. subfossylne szczątki roślinne znajdujące w nawarstwieniach i obiektach archeologicznych.

Ze względu na ogromną różnorodność taksonomiczną i morfologiczną roślin oraz ich sposobu zachowania na stanowiskach archeologicznych nie sposób krótko opisać wszystkie możliwe typy występowania roślin w kontekstach archeologicznych. Z tego powodu w niniejszym podsumowaniu omówione są przede wszystkim najczęściej spotykane sposoby fosylizacji w warunkach klimatycznych Europy Środkowej oraz główne typy szczątków roślinnych znajdowane na polskich stanowiskach archeologicznych. Czytelnika zainteresowanego poszerzeniem wiedzy w tym zakresie odsyłam do podręcznika pt. *Przewodnik do badań archeobotanicznych* (Lityńska-Zajac i Wasylikowa 2005) oraz pracy pt. *Badania botaniczne nad przeszłością – źródła roślinne* (Lityńska-Zajac 2018a), z obszernymi odniesieniami do literatury. Poniższe opracowanie opiera się w głównej mierze na materiałach źródłowych i przedstawianych przykładach, które ograniczają się do doświadczeń autorki. Z tego też powodu więcej miejsca poświęcono analizom węgla drzewnych.

Na stanowiskach archeologicznych mogą wystąpić zarówno mikroskopowe, jak i makroskopowe szczątki roślinne. Pierwsze z nich są reprezentowane przez m.in. ziarna pyłku (patrz Kołaczek i in., w tym tomie), fitolity i okrzemki (Rzodkiewicz, w tym tomie). W drugiej grupie występują

różne organy roślin, takie jak owoce, nasiona, liście i bulwki oraz drewno i korzenie, zachowane w całości lub we fragmentach. O ich możliwościach przetrwania decydują zarówno ich odporność na rozkład, jak i warunki depozycyjne (charakter złoża) oraz podepozycyjne panujące na badanym stanowisku archeologicznym. Pozostałości roślin mogą zachować się jako zwęglone (ryc. 1), storfiałe (ryc. 2a-c), wysuszone (ryc. 2d) i zmineralizowane (ryc. 2e). Ważnym źródłem informacji o roślinach użytkowanych przez człowieka są także ich odciski zachowane w polepie i ceramice. W Polsce najczęściej spotkać można ślady roślinne zachowane w dwóch pierwszych formach (Lityńska-Zajac i Wasylikowa 2005). Szczątki storfiałe znajdowane są przede wszystkim na stanowiskach, które nie uległy przesuszeniu, oraz takich, które odznaczały się małym dostępem tlenu, niskim pH i nieznaczną działalnością mikroorganizmów rozkładających materię organiczną. Wówczas ich stan zachowania może być bardzo dobry i niekiedy wyglądają jak materiał współczesny. Najczęściej z tego typu stanowiskami mamy do czynienia w warstwach średniowiecznych miast, w nawarstwieńiach zachowanych w osadach jeziornych i w torfowiskach (Jaroń 1938; Bieniek i in. 1999; Lityńska-Zajac i Wasylikowa 2005). Szczątki zwęglone spotykane są na wyżej wspomnianych typach stanowisk oraz na tzw. stanowiskach suchych, które znajdują się powyżej poziomu wód gruntowych. W tej formie pozostałości roślin przetrwały do naszych czasów, gdyż pomimo działania ognia nie uległy całkowitemu spalaniu oraz nie zostały rozłożone przez mikroorganizmy. Sam proces spalania nie jest jednorodny i warunki panujące w palenisku, piecu czy podczas pożaru zależą od wysokości temperatury, dostępu tlenu, czasu trwania oraz ilości i jakości spalanego materiału. W związku z tym spalanie w różny sposób wpływa na szczątki roślinne, powodując w mniejszym lub większym stopniu ich deformacje (Lityńska-Zajac i Wasylikowa 2005). Dlatego spotykane są zarówno wspaniale zachowane zwęglone szczątki (ryc. 1), jak i okazy fragmentaryczne sprawiające dużą trudność w ich oznaczeniu taksonomicznym. Ze względu na różnorodny charakter procesów podepozycyjnych zachodzących w nawarstwieńiach archeologicznych zazwyczaj przyjmuje się, że w przypadku tzw. stanowisk suchych szczątki zwęglone odpowiadają wiekiem

badanym obiektom archeologicznym, a materiały niespalone uważane są za okazy młodsze i nie są brane pod uwagę w interpretacji dotyczącej warstw pradziejowych i historycznych (Lityńska-Zajac i Wasylikowa 2005).

Warto zdać sobie sprawę, że pomimo pokrótce opisanych rozmaitych możliwości przetrwania szczątków roślinnych na stanowiskach archeologicznych, w rzeczywistości znajdowana lista taksonomiczna roślin nie odzwierciedla całego bogactwa flory rozwijającej się w przeszłości w okolicy. Wynika to z różnych powodów, wśród których największe znaczenie ma wybiórcze użytkowanie roślin przez człowieka. Największe szanse zachowania do naszych czasów miały te rośliny, które były bezpośrednio wykorzystywane przez ludzi, czyli były uprawiane lub zbierane ze stanu dzikiego oraz były przynoszone do osady czy obozowiska z okolicy. Ale spośród zebranych i nagromadzonych roślin zachować się mogły tylko te, które nie uległy zniszczeniu w czasie trwania osady lub obozowiska i po zaprzestaniu ich funkcjonowania w wyniku procesów podepozycyjnych. Ogromne znaczenie dla osiągnięcia różnorodności taksonomicznej i pozyskania dużej liczby szczątków roślinnych ma sam typ stanowiska, gdyż na tzw. stanowiskach suchych zazwyczaj zachowuje się mniej taksonów roślin niż na tzw. stanowiskach mokrych (Jacomet i Schlichtherle 1984; Antolin i in. 2017). Funkcja stanowiska lub jego części (m.in. mieszkalnej, gospodarczej, warsztatowej czy rytualnej) ma również przełożenie na skład szczątków roślinnych, gdyż przykładowo na stałej i długotrwale zamieszkiwanej osadzie liczba szczątków zazwyczaj jest większa niż na krótko użytkowanym obozowisku.

NAJWAŻNIEJSZE FAKTY Z HISTORII ARCHEOBOTANIKI W POLSCE

W polskiej bibliografii początek badań archeobotanicznych to rok 1877 i moment ukazania się drukiem notatek Józefa Rostafińskiego, botanika i profesora Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie. Jego opracowanie dotyczyło szczątków roślin zachowanych przy mumiach peruwiańskich. Analiza botaniczna pozwoliła na identyfikację pięciu gatunków roślin, przy czym najwięcej uwagi poświęcił kukurydzy *Zea mays* (Zemanek



Ryc. 1. Zwęglone szczątki roślinne ze stanowiska nr 1-3 w Mozgawie (det. A. Mueller-Bieniek, M. Kapcia): a i b – skupisko pszenicy, głównie płaskurki (*Triticum diccocon*), ziarniaki (a) oraz fragmenty oplewiania (b); c – ziarniaki jęczmienia (*Hordeum vulgare*); d – soczewica (*Lens culinaris*); e – len (*Linum usitatissimum*); f – komosa biała (*Chenopodium typ album*); g – prawdopodobnie poziomka (*Fragaria sp./Potentilla sp.*); h – stokłosa (*Bromus sp.*). Fot. K. Stachowicz



Ryc. 2. Wybrane szczątki roślinne zachowane w postaci storfiałej (a, e), zmineralizowanej (c) i wysuszonej (d) (det. M. Badura). a – len (*Linum usitatissimum*); b – jabłoń (*Malus* sp.); c – proso (*Panicum miliaceum*); d – chmiel (*Humulus lupulus*); e – rdest szczawiolistny (*Polygonum lapathifolium*), skala 1 mm. Nowy Dworek, Badura i Noryśkiewicz 2020 (a-c); Kołobrzeg i Badura 2016 (e); Byszewo i Jarosińska i in. 2019 (d). Fot. M. Badura (a, b, e), A. Burka (c), M. Jarosińska (d)

2000). Pierwsza pełna publikacja ukazała się w latach 20. XX w., a dotyczyła śladów zbóż z epoki neolitu znalezionych w Polsce m.in. w Jaskini Górnej w Skałach Ogrójca w Ojcowie (Kozłowska 1921). W kolejnych latach opracowania archeobotaniczne pojawiały się sporadycznie, a przykładem szczegółowych badań o ogromnej wartości są prace Bronisława Jaronia poświęcone roślinom wydobytych z osiedla obronnego kultury łużyckiej w Biskupinie (Jaroń 1938) i średniowiecznej osady w Gnieźnie (Jaroń 1939).

Aniela Kozłowska wykonała też pierwsze badania antrakologiczne (gr. *anthrakas* – węgiel)

z Jaskini Ciemnej (Krukowski 1939-1948). W latach 30. XX w. Olga Seidl opublikowała wyniki analizy węgla drzewnych z kilku stanowisk archeologicznych z epoki brązu i epoki żelaza (Seidl 1936a; Seidl 1936b). W pracy na temat kurhanu z Rosiejowa porównała wyniki analizy antrakologicznej z rezultatami analiz palinologicznych, wskazując, że węgle drzewne mogą być źródłem danych o charakterze lokalnych drzewostanów (Seidl 1936b).

Druga wojna światowa zahamowała rozwój wszystkich nauk, jednak stosunkowo szybko po jej zakończeniu wznowiono badania zarówno archeologiczne, jak i archeobotaniczne. W okresie

powojennym ukazało się wiele drobnych publikacji, wśród których na uwagę zasługują przede wszystkim te przygotowane przez Melanię Klichowską (por. Klichowska 1953; 1956; 1961). Powstało także pierwsze podsumowanie badań archeobotanicznych z ziem polskich autorstwa Heleny Burchardówny (1953). Wśród ważnych zagadnień badawczych były próby podsumowania występowania roślin uprawnych od neolitu w Polsce (Gizbert 1960; Klichowska 1975), początek badań nad roślinami użytkowanymi na Wawelu w średniowiecznym Krakowie (Gizbert i Żaki 1954; Wasylińska 1978) oraz prace na temat roślin dzikich (Gluza 1977), w tym roli roślin obecnie interpretowanych jako chwasty w dawnych uprawach rolnych (Wasylińska 1981).

Po II wojnie światowej prowadzone były także badania antrakologiczne (m.in. Klichowska 1953; 1956; 1961). Władysław Szafer na podstawie znalezisk z paleolitycznych stanowisk archeologicznych odnotował współwystępowanie niektórych taksonów drzew i fauny w zależności od występowania chłodnych lub cieplejszych okresów (Szafer 1946). Z kolei Jan Zabłocki szczegółowo opisał metody oznaczania i analizy węgla drzewnych, opierając się na danych pochodzących ze średniowiecznego stanowiska w Jezioroku i poświęcając sporo uwagi możliwościom interpretacyjnym zespołów antrakologicznych w kontekście rekonstrukcji dawnych lasów (Zabłocki 1952). W Polsce od końca lat 50. XX w. pojawiało się coraz więcej opracowań zwracających uwagę na różnorodne aspekty badań nad pozostałościami zwęglonych drzew i krzewów (Sławiński i in. 1958; Reymanówna 1960; Jedliczka 1965; Pawlikowa 1965; 1969; Wieserowa 1967; Dzieduszycki 1976). Zapoczątkowane zostały także prace dotyczące analiz drewna w kontekście jego technologicznej i eksploatacyjnej wartości na podstawie średniowiecznych zabytków drewnianych ze Szczecina (Molski 1968) i Ostrowa Tumskiego (Ostrowska 1962).

Późniejszy przyrost prac antrakologicznych, nie tylko w Polsce, ale i na świecie, wynikał też z rozwoju badań mikroskopowych i wprowadzenia mikroskopu do światła odbitego, umożliwiającego badania próbek węgla drzewnych bez konieczności przygotowywania szeregu preparatów do obserwacji pod mikroskopem do światła przechodzącego (por. Gunia i in., w tym tomie). Istotne znaczenie

dla analiz taksonomicznych drewna miało również zastosowanie elektronowego mikroskopu skaningowego (ang. *scanning electron microscopy*, SEM) (Beal i in. 1974).

Od lat 80. XX w. nastąpił też przyrost analiz antrakologicznych, wśród których wyróżnić należy podsumowanie dotyczące użytkowania drewna w neolicie (Gluza i in. 1988; Wasylińska i in. 1992) oraz liczne prace Marii Lityńskiej-Zajac wzbogacające naszą wiedzę na temat różnorodnych sposobów wykorzystywania drewna w pradziejach i w średniowieczu (m.in. Lityńska-Zajac 1990; 1997a; 1997b; 1998; 2004; 2007; 2008; Kadrow i Lityńska-Zajac 1994; Lityńska-Zajac i in. 2014a; 2014b; 2014c). Ostatnio też coraz częściej analizy antrakologiczne oparte są na licznych i systematycznie pobieranych próbach i dostarczają zespołów węgla drzewnych służących do scharakteryzowania lokalnych lasów (Lityńska-Zajac 1994; Moskal-del Hoyo 2014; 2016; Lityńska-Zajac i in. 2014a; 2014b; 2014c; Moskal-del Hoyo i in. 2017; 2018a; 2018b). Badanie drewna znalazło się w obszarze zainteresowań badawczych nie tylko ze względu na wzrost analiz dotyczących użytkowania surowca drewnianego przez człowieka w średniowieczu (Cywa 2018a; 2018b, tam cyt. lit.; Cywa i in. 2018), ale również w związku z rozwojem badań dendrochronologicznych (Dąbrowski, w tym tomie).

Od lat 90. ubiegłego wieku nastąpiła intensyfikacja interdyscyplinarnych prac archeologicznych, w których badania archeobotaniczne coraz częściej odgrywały ważną rolę. Coraz częściej wykorzystywano też różnego typu nowoczesne techniki i analizy. Wzrost danych zaowocował przede wszystkim poznaniem historii użytkowania roślin oraz rozwoju roślinności antropogenicznej w miastach, takich jak np. Kraków (m.in. Mueller-Bieniek 2012), Poznań (Koszałka 2005a; 2005b; 2008), Gdańsk (m.in. Badura 2011; Święta-Musznicka i Latałowa 2016; Święta-Musznicka i in. 2011), Kołobrzeg (m.in. Badura 2000; 2016; Latałowa i in. 2003), Elbląg (m.in. Badura i in. 2004; Jarosińska 2004; Latałowa i in. 2003), Wolin (m.in. Latałowa 1999; 2014), Gniezno (Koszałka 2000; Makohonienko i in. 2011a), Wrocław (Sady 2018), Lublin (Sady-Bugajska 2020), Puck (Maciejewska i in. 2020; Pińska i Badura 2017) czy Tczew (Pluskowski i in. 2019).

METODY BADAŃ ARCHEOBOTANICZNYCH

Pobieranie prób i przygotowania materiałów do analiz archeobotanicznych

Sposób pobierania prób archeobotanicznych ma na celu uzyskanie reprezentatywnego dla danego stanowiska materiału roślinnego. Z tego powodu jest niezwykle ważne, żeby przed wykopaliskami lub w ich trakcie omówić go z archeobotanikiem. Biorąc pod uwagę niszczący charakter prac wykopaliskowych, polegający niekiedy na pełnym usunięciu warstw archeologicznych, wybrana przez archeologów strategia próbkowania jest kluczowa dla potencjalnych wyników. Należy sobie bowiem uzmysłowić, że po zakończeniu prac wykopaliskowych uzupełnienia o nowe próby zazwyczaj nie są już możliwe. Warto podkreślić, że wiele prób może nie zawierać szczątków roślinnych i o tym, czy uzyskano miarodajne dane wiemy, niekiedy kilka lat po przeprowadzeniu wykopalisk i po zamknięciu analiz laboratoryjnych.

Jest wiele sposobów pobierania prób archeobotanicznych, a wybrana strategia powinna być dostosowana do typu stanowiska, jego funkcji, chronologii i arealu do przebadania (Jones 1991; Kadrow 2005; Pearsall 2015). Najlepszym rozwiązaniem jest opróbowanie każdego badanego obiektu i warstw wydzielonych w jego obrębie. Można zastosować naniesienie na każdy obiekt lub warstwę archeologiczną pewnego rodzaju siatki i pobierać próbę z każdego wydzielonego odcinka i z każdego poziomu, zgodnie z przyjętą metodyką badań archeologicznych na danym stanowisku. Przykładowo na paleolitycznym stanowisku jaskiniowym, którego wykop wynosi kilka metrów kwadratowych, można przyjąć siatkę 25 cm × 25 cm × 5 cm głębokości i pobierać praktycznie całe wypełnisko takiej warstwy mechanicznej. Natomiast w trakcie szerokoprzestrzennych badań na neolitycznej osadzie z licznymi obiektami można przyjąć siatkę metrową, która wyznaczy w obrębie każdego obiektu, w zależności od jego wielkości, liczbę pobranych prób z każdego eksplorowanego poziomu. Dobrym rozwiązaniem jest pobieranie prób o tej samej objętości (ryc. 3a). W przypadku metrowej siatki należy pobierać próby w sposób losowy, tak aby reprezentowały one różne części i warstwy obiektu. Przy czym warto pamiętać, że liczny

zespół zwęglonych makroskopowych szczątków roślinnych niekoniecznie musi pochodzić z najmniejszych warstw i zdarza się, że można go znaleźć w sedymencie, w którym na pierwszy rzut oka nie widać żadnych pozostałości roślin. Przy dużej liczbie badanych obiektów lepszym rozwiązaniem może okazać się pobranie wielu prób z kilkunastu wybranych obiektów, a następnie pobranie po jednej próbce z pozostałych, gdyż wiele badań pokazuje, że rzadko jedna próba pobrana z jednego obiektu zawiera liczne i zróżnicowane pod względem taksonomicznym szczątki. Obrazują to wyniki analiz archeobotanicznych z wczesnoneolitycznego stanowiska archeologicznego nr 2 w Gwoźdźcu. W tabeli 1 zamieszczono dane na temat liczby pobranych prób, ich objętości oraz liczby zachowanych szczątków roślinnych, z zestawieniem osobno dla owoców i nasion oraz fragmentów węgla drzewnych (tab. 1).

Podczas prac terenowych w każdym przypadku zaobserwowania nagromadzenia szczątków roślinnych należy pobrać dodatkowe próby z tych specyficznych warstw. Za każdym razem należy dostosować liczbę i objętość prób do eksplorowanej warstwy, aby można było prześledzić różnice stratygraficzne pomiędzy jej poszczególnymi częściami. Przykładem tego typu skupiska makroskopowych szczątków roślinnych są nagromadzenia węgla drzewnych w piecach i paleniskach lub jamy zasobowe (Gluza 1984; Kapcia i Mueller-Bieniek 2019), które najczęściej widoczne są „gołym okiem” (ryc. 4a) i mogą być dokładnie opróbowane podczas prac terenowych. Spotykane są jednak także skupiska roślin, które odkrywane są dopiero po przeszlamowaniu prób i których nie sposób wyróżnić w trakcie badań wykopaliskowych (ryc. 4d-e). Ponadto można również w sposób celowy pobrać kolejne próby z konkretnych kontekstów, np. ze stożka jamy trapezowatej (Kruk 1980), z warstwy przydennej czy z różnych części obiektu, np. paleniska (ryc. 5), skupiając się na wzajemnych relacjach pomiędzy poszczególnymi typami obiektów lub warstw i występowaniem określonych gatunków roślin.

Kontekst archeologiczny prób ma ogromne znaczenie dla późniejszych interpretacji wyników analiz archeobotanicznych. Dlatego też każdorazowo należy właściwie opisać zebraną próbę, podać jej lokalizację i przedstawić jej związek z pozostałym materiałem archeologicznym. Ten tok postępowania pozwala na właściwą ocenę różnych źródeł zalegających

Tabela 1. Zestawienie liczby pobranych prób, ich objętości oraz uzyskanej liczby szczątków roślinnych na podstawie analiz karologicznej (det. M. Lityńska-Zajac) i antrakologicznej (det. M. Moskal-del Hoyo) z wybranych obiektów ze stanowiska kultury ceramiki wstęgowej rytej nr 2 w Gwoźdźcu. Zmienione za: Lityńska-Zajac i Moskal-del Hoyo 2021.

Numer obiektu	Typ obiektu	Liczba prób	Objętość (w litrach)	Liczba okazów: owoce i nasiona	Minimalna liczba taksonów	Liczba fragmentów węgla drzewnych	Minimalna liczba taksonów
84, faza wczesna	jama	1	2	1	1	8	2
92, faza wczesna	jama	6	18,6	6	3	74	9
110, faza wczesna	jama	1	3,6	0	0	30	1
120, faza wczesna	jama	9	31,7	5	2	114	9
121, faza wczesna	jama	1	1,9	0	0	5	2
123, faza wczesna	jama	4	5,9	4	1	1	1
125, faza wczesna	jama	13	19,4	22	6	176	5
129, faza wczesna	jama	2	9	1	1	4	3
135, faza wczesna	jama	6	22,1	15	2	266	8
87, faza wczesna	jama posłupowa	1	1,8	13	1	12	3
88, faza wczesna	jama posłupowa	6	14,4	1	1	2	1
89, faza wczesna	jama posłupowa	4	9	3	1	27	4
90, faza wczesna	jama posłupowa	14	25,2	13	2	218	9
91, faza wczesna	jama posłupowa	18	46,1	0	0	135	5
112, faza wczesna	jama posłupowa	1	3	0	0	3	1
118, faza wczesna	jama posłupowa	2	4,2	0	0	61	8
130, faza wczesna	jama posłupowa	22	52,1	25	6	179	7
137, faza późna	jama	8	36,5	6	1	255	10
138, faza późna	jama	3	14,3	0	0	42	9
151, faza późna	jama	2	3,2	2	1	26	4
155, faza późna	jama	1	4	3	2	83	5
156, faza późna	jama	1	2,4	23	4	50	3
164, faza późna	jama	4	6,5	1	1	93	5
164, faza późna	jama/palenisko	4	12	0	0	264	6
165, faza późna	jama	10	12,2	28	7	329	8
165, faza późna	jama/palenisko	3	9,7	0	0	202	7

w jednym obiekcie lub warstwie kulturowej (jednostce stratygraficznej) badanego stanowiska. Ułatwia także porównywanie danych z różnych stanowisk pochodzących z tego samego typu obiektów i reprezentujących podobny kontekst. Przykładowo, liczba i udział poszczególnych taksonów znalezionych w jamach zasobowych będzie się zapewne różniła od danych pozyskanych z jam gospodarczych lub grobów, co w przypadku łączenia danych może prowadzić do błędnych wniosków dotyczących różnych aspektów gospodarki roślinnej (Lityńska-Zajac i Wasylikowa 2005).

Pobrane próby sedymentu powinny być szlamowane przy użyciu sit o średnicy oczek 0,25-0,5 mm dla frakcji lekkiej i 1,0-1,5 mm dla frakcji ciężkiej. Materiał roślinny może być również uzyskany drogą flotacji, m.in. za pomocą odpowiedniej maszyny (Moskal-del Hoyo 2014) w laboratorium lub w terenie (ryc. 3c). W przypadku, kiedy płukane próby nie mają tej samej objętości, za każdym razem należy ją zmierzyć i zapisać, co pozwoli na poznanie nasycenia prób szczątkami roślinnymi oraz na bardziej miarodajne porównywanie oszacowań



Ryc. 3. Pobieranie prób archeobotanicznych (a) o jednakowej objętości 3 litrów (białe pudełka) (b) z każdego obiektu i z każdego poziomu dokumentowanego w jego obrębie na stanowisku kultury ceramiki wstęgowej rytej w Biskupicach, stan. 18. Szlamowanie prób archeobotanicznych w terenie za pomocą maszyny flotacyjnej (c, d) podczas wykopaliśk archeologicznych na stanowisku kultury pucharów lejkowatych w Mozgawie, stan. 1-3. Fot. M. Korczyńska (a-b), M. Moskal-del Hoyo (c-d)

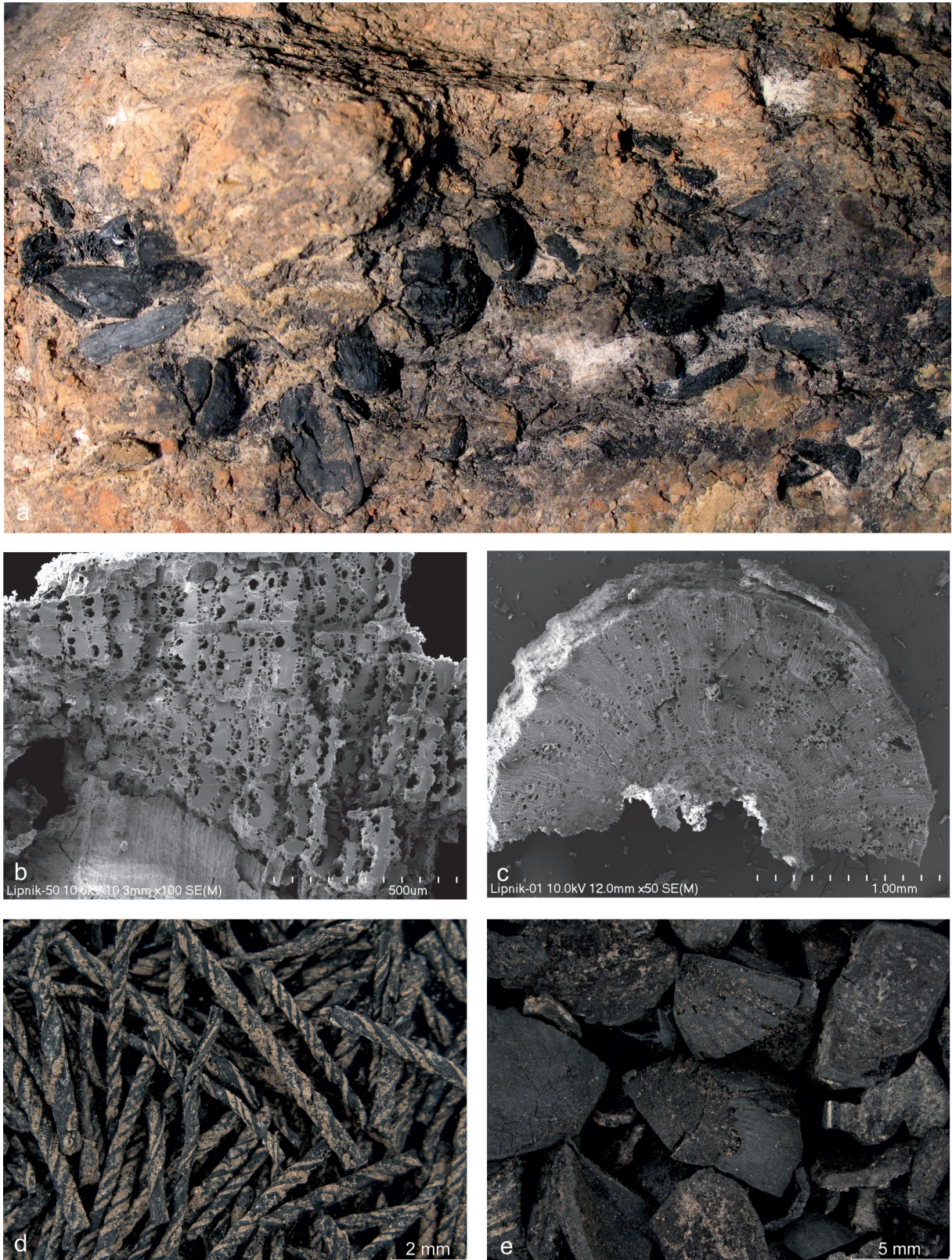
ilościowych pomiędzy próbkami lub różnymi stanowiskami. Po wysuszeniu prób następuje segregacja materiału roślinnego przy użyciu mikroskopu stereoskopowego o powiększeniach od 7-40× oraz wydzielenie diaspory i tkanek roślinnych, węgla drzewnych i innych materiałów nadających się do analiz specjalistycznych (np. szczątków kostnych i małakofauny). Przebrany materiał należy przechowywać w odpowiedni sposób w zależności od sposobu jego zachowania. Szczątki zwęglone można trzymać w opisanych woreczkach, pojemnikach lub celkach, natomiast szczątki storfiałe wymagają umieszczenia w płynie konserwującym (Lityńska-Zając i Wasylikowa 2005; Badura 2011).

Podsumowując, przy pobieraniu prób archeobotanicznych należy przyjąć, że szczątki roślinne są dziedzictwem kulturowym w takim samym stopniu jak fragmenty ceramiki lub zabytki krzemienne i ich interpretacja jest tym pełniejsza, im bardziej oparta jest na kompletnych danych źródłowych.

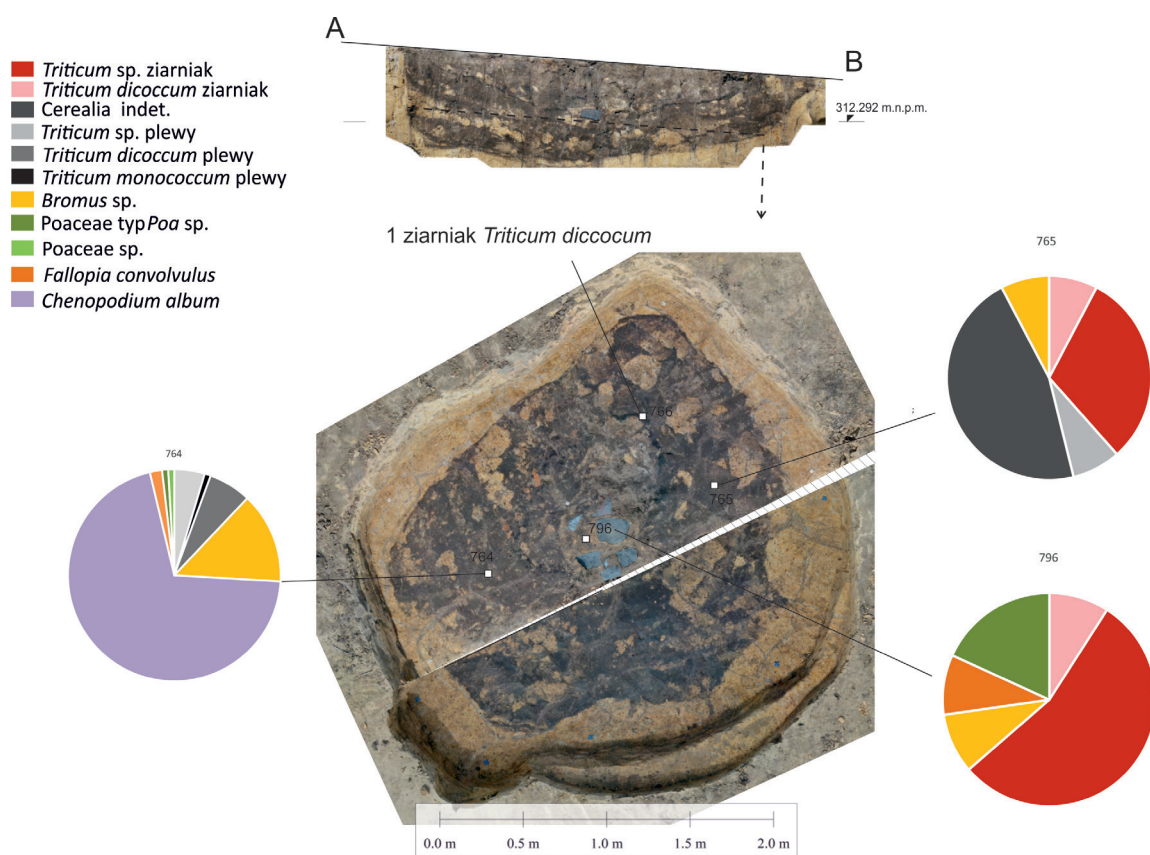
Najczęściej niewiele można powiedzieć o ceramice danej kultury na podstawie jednej próbki z jednego obiektu i nikogo nie dziwi, że zbierane i dokumentowane są wszystkie fragmenty naczyń z badanego obiektu. Wobec tego podobnie należy postępować z materiałami botanicznymi i zdawać sobie sprawę, że rekonstrukcja gospodarki roślinnej w dużym stopniu zależy od liczby udokumentowanych szczątków roślin, ich zróżnicowania taksonomicznego i dokładnego zrozumienia kontekstu pozyskanego materiału roślinnego.

Oznaczanie taksonomiczne szczątków roślinnych

Analizę karpologiczną przeprowadza się metodą morfologiczno-porównawczą, obserwując analizowane okazy pod mikroskopem stereoskopowym przy powiększeniach do 100×. Oznaczenia należy



Ryc. 4. Zwęglone szczątki roślinne, w tym widoczne pozostałości żołądki, znalezione w skupisku w jamie odkrytej na stanowisku nr 5 w Lipniku: a – różne typy roślin (ok. 70 taksonów, det. A. Mueller-Bieniek, M. Kapcia) były prawdopodobnie przechowywane w osobnych pojemnikach wykonanych np. z łyska lipowego (*Tilia* sp.) (b) i gałązek, prawdopodobnie wikliny (wierzba lub topola *Salix* sp. vel *Populus* sp.) (c) (det. M. Moskal-del Hoyo); d – nagromadzenie ości ostnicy (*Stipa* sp.) z obiektu kultury ceramiki wstęgowej rytej z wielokulturowego stanowiska nr 3 w Miechowie (det. M. Kapcia); e – nagromadzenie łupin orzecha laskowego (*Corylus avellana*) z obiektu kultury malickiej ze stanowiska nr 23 w Łańcucie (det. M. Moskal-del Hoyo). Fot. M. Moskal-del Hoyo (a-c), K. Stachowicz (d-e)

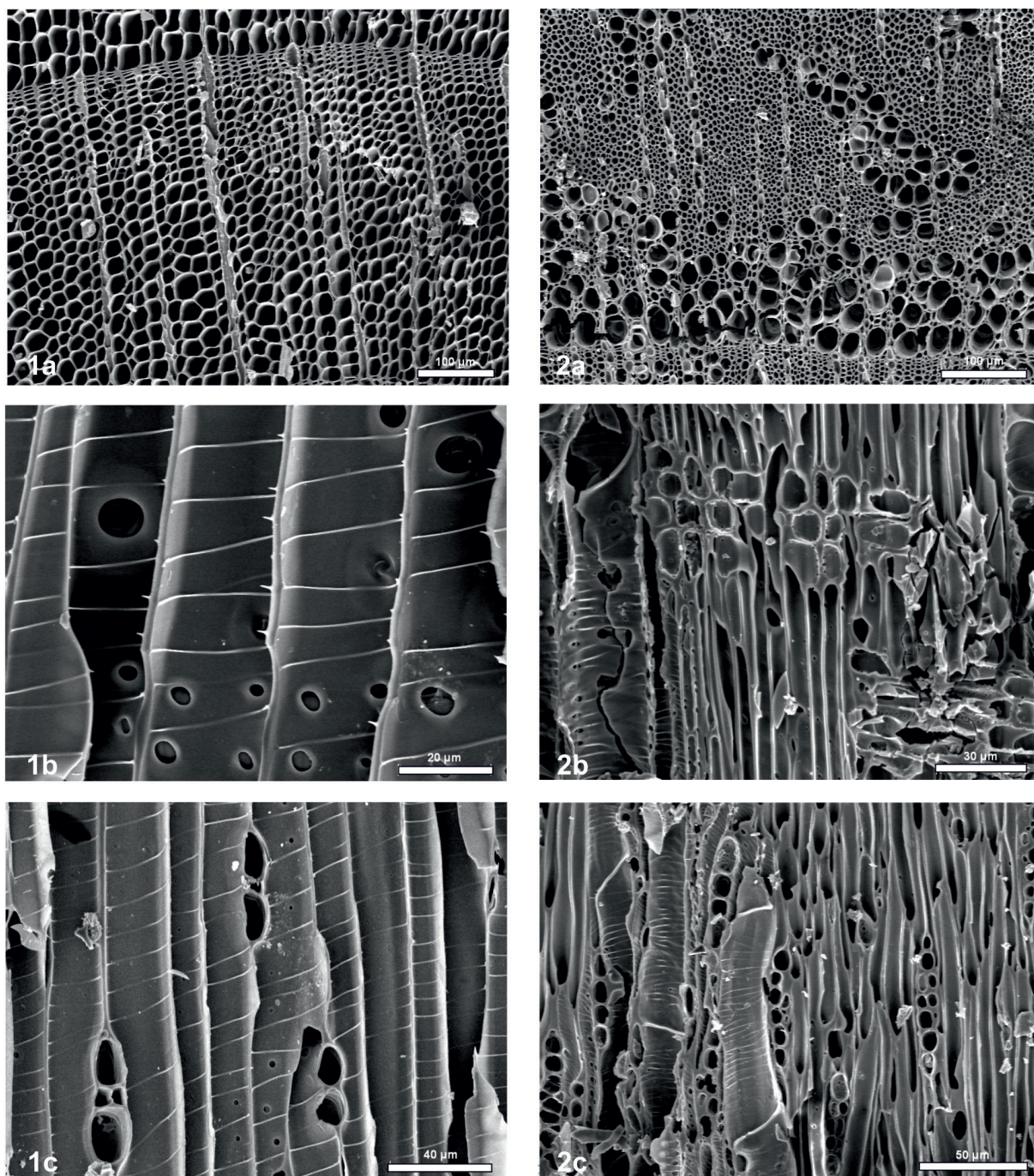


Ryc. 5. Przykład jamy związanej z tzw. długim domem kultury ceramiki wstęgowej rytej na stanowisku nr 18 w Biskupicach. Poziom ze śladami paleniska. Oprócz prób pobranych z każdego poziomu tego obiektu zastosowano także celowe próbkowanie polegające na pobraniu kilku prób z konkretnych i różniących się wypełniskiem obszarów. Jak obrazują wyniki analizy owoców i nasion (det. M. Kąpcia), w każdej strefie wystąpiły zwęglone szczątki roślin o różnym składzie taksonomicznym i w przypadku pozostałości po zbożach w zróżnicowanej postaci (ziarna i plewy). Rys. M. Korczyńska

skonfrontować ze zbiorami porównawczymi owoców i nasion, których przykłady można znaleźć, np. w Instytucie Botaniki im. Władysława Szafera PAN w Krakowie (IB PAN) i w Pracowni Paleoeologii i Archeobotaniki Uniwersytetu Gdańskiego. W trakcie prac analitycznych posługiwać się należy odpowiednią literaturą przedmiotu (np. Kulpa 1974; Jacomet 2006; Cappers i in. 2006; 2009). W ostatnich latach w IB PAN przeprowadzono digitalizację wybranych przez K. Wasylkową i E. Madeyską okazów ze zbioru paleobotanicznego, który został udostępniony w Internecie i dostarcza cennych źródeł porównawczych (<https://www.rcin.org.pl/dlibra/collectiondescription/548>). Można również korzystać z innych stron internetowych (np. www.plantatlas.eu/repository). Na podstawie morfologii badane są również odciski zachowane w polepie i ceramice. Po rozbiciu poszczególnych grud polepy mogą ujawnić się odciski fragmentów tkanek lub diaspor roślin, jak również tego typu szczątki

mogą pojawić się w formie wysuszonej lub zwęglonej (Lityńska-Zajac i Wasylkowa 2005). Zbiory karpologiczne najlepiej jest dokumentować za pomocą aparatu fotograficznego podłączonego do mikroskopu stereoskopowego (np. ryc. 1). Szczegóły budowy anatomicznej można obserwować i zobrazować za pomocą mikroskopu elektronowego (SEM), np. w badaniach skulptury owoców i nasion (Kąpcia i Mueller-Bieniek 2019) lub komórek epidermy plew i plewek (Moskal-del Hoyo i in. 2017b). Łacińskie nazwy oznaczonych roślin przyjmuje się zgodnie z obowiązującą dzisiaj nomenklaturą botaniczną (Mirek i in. 2002).

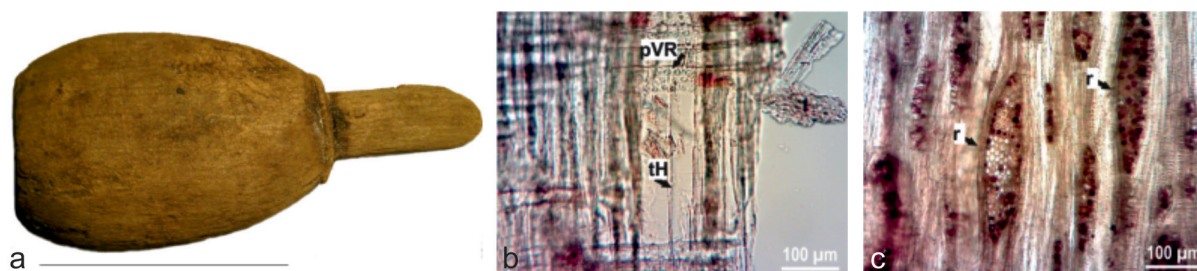
Oznaczanie drewna polega na wykonaniu obserwacji mikroskopowych elementów budowy anatomicznej w jego trzech przekrojach: poprzecznym, podłużnym promieniowym (radialnym) i podłużnym stycznym (ryc. 6). Identyfikacja taksonomiczna następuje na podstawie zestawienia diagnostycznych cech dla każdego gatunku poprzez porównanie



Ryc. 6. Drewno drzew i krzewów iglastych i liściastych w trzech przekrojach anatomicznych na przykładzie dwóch taksonów: 1 – cis pospolity (*Taxus baccata*); 2 – szakłak (*Rhamnus* sp.) (det. M. Moskal-del Hoyo). (a) przekrój poprzeczny, (b) przekrój podłużny promieniowy, (c) przekrój podłużny styczny. Skala: 100 μm (1a, 2a), 20 μm (1b), 30 μm (2b), 40 μm (1c), 50 μm (2c). Fot. M. Moskal-del Hoyo

z atlasami anatomicznymi drewna (Greguss 1955; 1959; Schweingruber 1990a; 1990b) oraz z okazami z kolekcji porównawczej. Przykładem takiej kolekcji drewn i węgli drzewnych w Polsce jest zbiór należący do Grupy Paleobotaniki i Paleośrodowiska (IB PAN), natomiast bardzo bogata kolekcja

ksylologiczna (ksyloteka), założona jeszcze przed II wojną światową przez prof. J. Rafalskiego, znajduje się w Katedrze Inżynierii Leśnej Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu. Dobrym rozwiązaniem jest też korzystanie z internetowej strony zawierającej opis, charakterystykę i mikrofotografie



Ryc. 7. a – przykład przedmiotu drewnianego (pałka?) wykonanego z drewna klonowego *Acer* sp. (det. K. Cywa) ze stanowiska Kraków Sławkowska 14/6 (zbiory Muzeum Archeologicznego w Krakowie, nr inw. MAK/S/82/2), skala: 5 cm. Przykład mikrofotografii w przekroju promieniowym (b): zgrubienia spiralne (tH), jamki w polach krzyżowych (pVR) i w przekroju stycznym (c): promienie rdzeniowe (r). Zmienione za: Cywa i in. 2018: Pl. 1.6, Pl. 2.3,4.

gatunków drzew i krzewów typowych dla Europy Środkowej, przygotowanej m.in. przez F. H. Schweingruber (www.woodanatomy.ch; Schoch i in. 2004). Warto dodać, że ze względu na brak wyraźnych cech diagnostycznych drewna drzew i krzewów występujących na terenie Polski kawałki drewna najczęściej oznaczane są do poziomu rodzaju, a nazwy gatunkowe mogą być przypisane tylko wtedy, kiedy dany rodzaj reprezentowany jest we florze przez jeden gatunek. Dotyczy to m.in. grabu pospolitego (*Carpinus betulus*) i buka zwyczajnego (*Fagus sylvatica*) (Lityńska-Zajac i Wasylikowa 2005). Badanie drewna najczęściej wymaga przygotowania preparatów ze skrawków drewna pobranych bezpośrednio z zachowanych przedmiotów lub budowli drewnianych. Materiał można zalać mieszaniną gliceryny z alkoholem i tymolem lub utrwalić w glicerożelatynie i zamknąć za pomocą werniksu damarowego (Cywa 2018b). Preparaty obserwowane są pod mikroskopem w świetle przechodzącym przy zastosowaniu powiększenia od 100-500×. Dzięki zamontowaniu aparatu fotograficznego w tubusie mikroskopu można wykonywać zdjęcia preparatów mikroskopowych dokumentujące oznaczenia taksonomiczne (np. ryc. 7).

Węgle drzewne zachowują budowę anatomiczną drewna, a ich oznaczenie polega na ręcznym przełamaniu każdego badanego fragmentu wzdłuż trzech anatomicznych płaszczyzn drewna i obserwacji cech diagnostycznych na ich świeżych przełamach. W tym celu wykorzystywany jest mikroskop ze światłem odbitym z możliwością obserwacji przy powiększeniach do 500×. Chociaż możliwe jest oznaczenie fragmentów wielkości 1 mm³, to w celu spostrzeżenia wszystkich szczegółów anatomicznych charakterystycznych dla gatunku zaleca się badanie fragmentów większych niż 4 mm³. Tym

samym wielkość fragmentów węgli drzewnych i ich charakterystyka anatomiczna mają wpływ na wyniki analizy i dany fragment może zostać oznaczony do poziomu gatunku, rodzaju lub rodziny albo tylko ogólnie może być zaliczony do grupy drzew i krzewów liściastych lub szpilkowych. Stan zachowania ma również niebagatelny wpływ na rangę identyfikacji węgli drzewnych. Niekiedy materiał ten ma silnie spieczoną strukturę anatomiczną. Nie można jednoznacznie stwierdzić, co powoduje występowanie tego typu szklistej struktury. Przypuszczalnie jest ona wynikiem działania wysokiej temperatury lub spalania wilgotnego drewna (Chabal i in. 1999; Théry-Parisot 2001; Carrión Marco 2005; Lityńska-Zajac i Wasylikowa 2005). Przy oznaczeniu taksonomicznym widoczne są niekiedy kanały wydrążone przez insekty z grupy drewnojadów (ryc. 8g, h), które występowały w drewnie przed jego spalaniem. Czasami przy dużych powiększeniach można zaobserwować ślady działalności grzybów w postaci wydrążań w ścianach komórkowych oraz same strzępki grzybów (ryc. 8e, f), co może mieć znaczenie przy interpretacji typu użytego drewna, np. chruštu (Moskal-del Hoyo i in. 2010). Ponadto analizując węgle drzewne i słoje przyrostów rocznych (np. ich krzywiznę), w niektórych przypadkach można określić, czy drewno pochodziło z pnia, czy np. z gałązki (ryc. 8a, b) (Schweingruber i in. 2006).

Dokumentacji mikrofotograficznej węgli drzewnych można dokonać poprzez zainstalowanie aparatu do mikroskopu z oprogramowaniem pozwalającym scalać kilka ujęć w jedno zdjęcie, gdyż ręcznie przełamane fragmenty obserwowane przy dużych powiększeniach nie dają płaskiego obrazu. Najlepiej jednak wykonuje się dokumentację mikrofotograficzną za pomocą mikroskopu elektronowego (SEM) (ryc. 6 i 8). Przygotowanie próbek

do obrazowania SEM polega na przyklejeniu fragmentów węgla drzewnych lub drewna w odpowiednich przekrojach anatomicznych na taśmę węglową, która zamocowana jest na niewielki uchwyt (ok. 2 cm średnicy) mieszczący się w komorze pomiarowej. Następnie próbkę należy napylić cienką warstwą materiału przewodzącego elektrycznie, najczęściej złota.

W przypadku materiałów karpologicznych zliczane są owoce i nasiona zachowane w całości oraz ich fragmenty odpowiednio przeliczane na całość. Przy niektórych taksonach osobno podaje się liczbę szczątków reprezentujących różne części owocu lub owocostanu (np. ziarniaki, plewy i plewki u zbóż). Osobno zliczane są szczątki znalezione w różnych formach fosylizacji (np. zwęglone, zmineralizowane, wysuszone). W wyjątkowych przypadkach wystąpienia dużego nagromadzenia materiałów roślinnych, zarówno zwęglonych, jak i storfiałych, stosowany jest podział próby na podpróbki (np. połowa, jedna dziesiąta próby), a przedstawiane wyniki analiz jakościowych i ilościowych odnoszą się tylko do zbadanej podpróbki. Dane karpologiczne można przedstawić w postaci tabel lub wykresów podających liczebność (obfitość, *abundance*) okazów oraz wykresów ilustrujących frekwencję taksonów (*frequency*, *ubiquity*), czyli liczbę prób, w których dany takson występuje (Lityńska-Zajac i Wasylińska 2005; Badura 2011). Dobrym rozwiązaniem jest przygotowanie zestawień danych liczbowych pochodzących z próbek o tej samej objętości lub przeliczanych na wybraną objętość (Badura 2011). W zależności od potrzeb można zastosować różne analizy statystyczne.

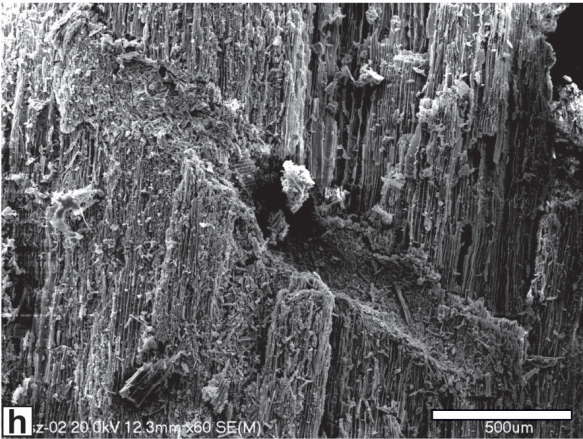
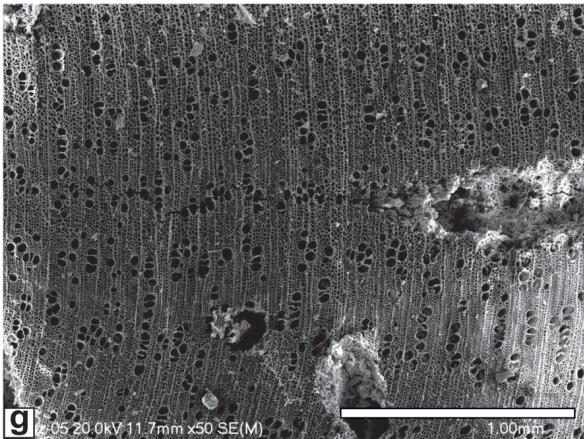
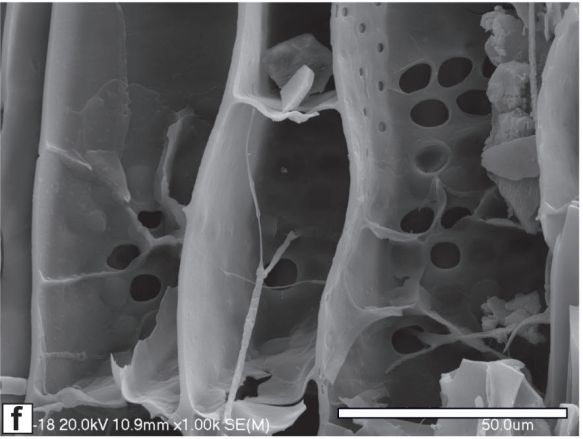
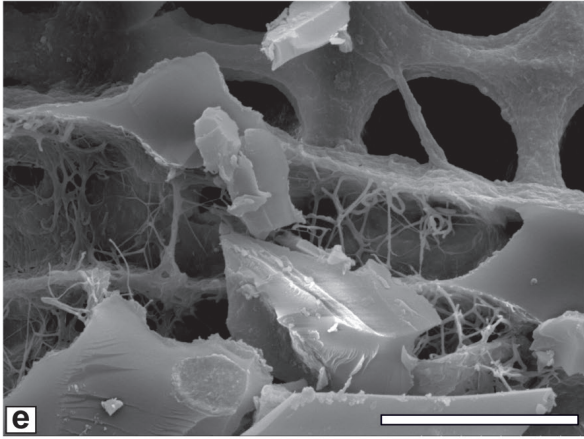
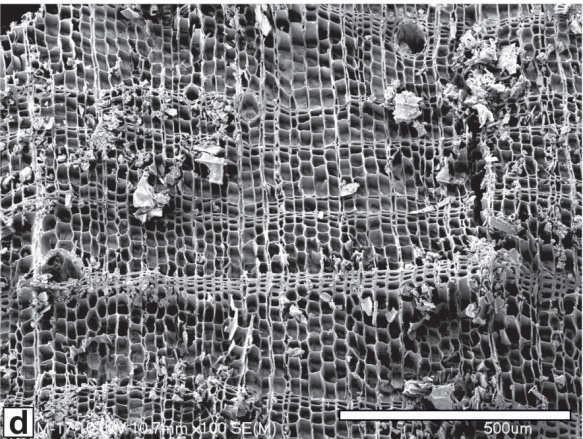
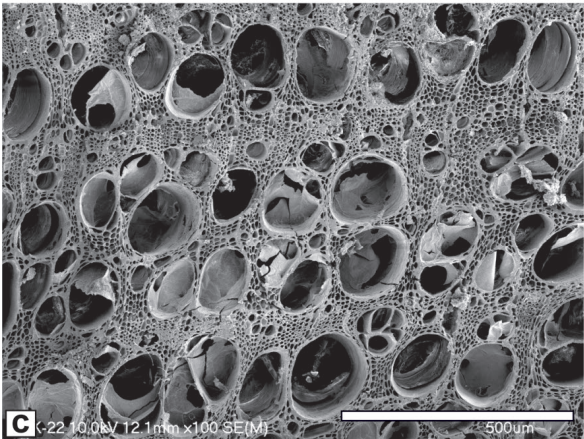
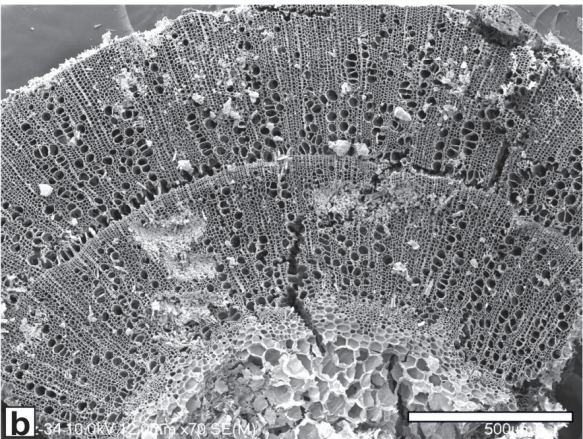
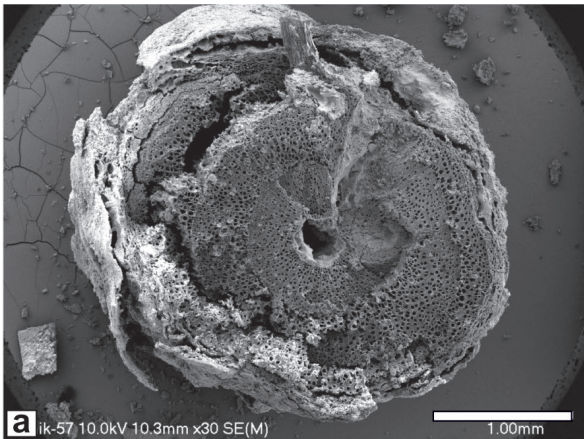
W przypadku węgla drzewnych dane liczbowe oparte są na liczeniu ich fragmentów, niezależnie od ich wielkości. Stanowi to najłatwiejszą i najczęściej spotykaną metodę przedstawienia liczebności taksonów w próbie. Jej wyniki są porównywalne z innymi sposobami oszacowania udziału taksonów, np. na podstawie ważenia ich fragmentów (Chabal 1990) czy przeliczenia według miary najdłuższego fragmentu (Kadrow i Lityńska-Zajac 1994). W próbach o niewielkiej liczebności oznaczane i liczone są wszystkie zachowane kawałki, natomiast w próbach charakteryzujących się znaczną wtórną fragmentacją i/lub dużą liczebnością szczątków oznaczana i liczona jest tylko część zachowanego zespołu. Liczbę badanych okazów wyznacza liczba identyfikowanych nowych taksonów podczas analizy

kolejnych fragmentów. Przebieg takiej analizy można zilustrować za pomocą wykresu taksonomicznego (Chabal 1988; 1997; Badal García 1992; Ntinou 2002; Carrión Marco 2005; Moskal-del Hoyo 2014). Na osi Y zaznacza się pojawianie się poszczególnych taksonów, a na osi X podaje się liczbę analizowanych fragmentów węgla drzewnych. Najliczniej reprezentowane taksony spotykane są z reguły jako pierwsze, natomiast najrzadsze mogą wystąpić na początku analizy albo też, co jest najczęściej spotykane, po oznaczeniu większej liczby fragmentów. Podczas pracy, pomimo dalszej analizy, w pewnym momencie nie są już dokumentowane kolejne nowe taksony i wykres zaczyna się stabilizować, wyznaczając tym samym minimalną liczbę fragmentów, które należy oznaczyć w celu uzyskania różnorodności taksonomicznej w próbie.

Wyniki badań antrakologicznych przedstawione są najczęściej jako suma zliczeń fragmentów węgla drzewnych należących do poszczególnych taksonów oraz podawane są ich wartości procentowe. Stosuje się różnego rodzaju wykresy oraz diagramy antrakologiczne w przypadku prób pochodzących z różnych poziomów (ryc. 9). Można także opierać wyniki o frekwencję taksonów w danej próbie i podkreślać częstość występowania danego gatunku lub rodzaju drzew i krzewów w próbach na stanowisku. W celu przeprowadzenia interpretacji paleośrodowiskowej wykorzystuje się węgle oznaczone do poziomu gatunku, rodzaju czy rodziny, pomijając okazy zaliczone do drzew liściastych czy szpilkowych oraz nieoznaczone, co w lepszy sposób obrazuje udział poszczególnych drzew i krzewów w próbach. W zależności od pytań badawczych i powiązania danych antrakologicznych z innymi zmiennymi można zastosować analizy statystyczne do opracowania wyników (Moskal-del Hoyo 2021).

Interpretacja pozostałości owoców i nasion oraz części wegetatywnych roślin na stanowiskach archeologicznych

Od najdawniejszych dziejów człowieka rośliny stanowiły ważny składnik pożywienia i były wykorzystywane do innych czynności życiowych. Początkowo użytkowane były tylko rośliny dzikie, a potem stopniowo pojawiały się różne gatunki roślin uprawnych, co nie eliminowało całkowicie użytkowania w dalszym ciągu wielu roślin zbieranych ze



stanu dzikiego. Badania archeobotaniczne wskazują na konsumpcję roślin dzikich w paleolicie i epipaleolicie (Hillman i in. 2001; Asouti i in. 2018; 2020) i mezolicie (Kubiak-Martens 1995; 1999; Dunne i in. 2021), ale dopiero od neolitu pojawiają się liczne dowody zwiększającej się roli roślin w gospodarce i kulturze ludów europejskich związanej z rozprzestrzenianiem się gatunków udomowionych w Europie (Bogaard 2004; Coward i in. 2008; Lityńska-Zajac i Wasylikowa 2005; Zohary i in. 2012).

Na terenie Europy Środkowej najważniejszą grupę roślin uprawnych znajdowanych od początku neolitu stanowiły zboża. Ziarno, kłosa i fragmenty oplewiania, zachowane najczęściej w formie zwęglonej, umożliwiały określanie gatunków, śledzenie ich dróg ekspansji i podejmowanie prób określenia roli poszczególnych gatunków na różnych terenach i w różnych okresach pradziejów. Wśród najstarszych roślin uprawnych z terenu Polski wymienić należy pszenice oplewione, takie jak płaskurka (*Triticum diccocon* Schrank) i samopsza (*T. monococcum* L.), jęczmień zwyczajny (*Hordeum vulgare* L.), rośliny motylkowe, tj. groch zwyczajny (*Pisum sativum* L.) i soczewicę jadalną (*Lens culinaris* Medik) oraz rośliny włókno- i olejodajne, w tym len zwyczajny (*Linum usitatissimum* L.) (Klichowska 1975; Bieniek 2007; Lityńska-Zajac 2007; 2018b; Lityńska-Zajac i Wasylikowa 2005; Lityńska-Zajac i in. 2017). W zespołach najstarszych roślin uprawnych znajduje się także tzw. nowy typ pszenicy oplewionej (Bieniek 2005), który dzięki nowoczesnym badaniom genetycznym i potwierdzeniu obecności genomu G może być łączony z pszenicą (*T. timopheevii* Zhuk). Wyniki te oparto m.in. na szczątkach oplewiania znalezionych na wczesnoneolitycznym stanowisku nr 4 w Miechowicach i oznaczonych przez Aldonę Mueller-Bieniek (Czajkowska i in. 2020). Interesujące jest również prawdopodobne wykluczenie z zestawu najstarszych roślin

uprawnych prosa zwyczajnego (*Panicum miliaceum* L.) w świetle nowych analiz tego gatunku w powiązaniu z datowaniem metodą AMS jego ziarniaków z wielu stanowisk europejskich, w tym polskich (Filipović i in. 2020). Historię pozostałych gatunków roślin uprawnych na ziemiach polskich można prześledzić na podstawie danych pochodzących z licznych stanowisk archeologicznych. Oprócz zbóż, w formie spalonej lub niespalonej i w postaci odcisków, na stanowiskach archeologicznych różnego wieku zachowały się także inne rośliny uprawne, np. rośliny motylkowe (bób *Vicia faba* L.) i olejodajne (konopie siewne *Cannabis sativa* L. i lnicznik siewny (*Camelina sativa* (L.) Crantz), warzywa (np. kapusty *Brassica* sp. i marchew zwyczajna *Daucus carota* L.) i przyprawy (np. koper ogrodowy *Anethum graveolens* L. i kminek zwyczajny *Carum carvi* L.) oraz pestki owoców mięsistych i orzechy (np. jabłoń *Malus domestica* Borkh., czereśnia *Cerasus avium* (L.) Moench, wiśnia *C. vulgaris* (L.) Mill. i orzech włoski *Juglans regia* L.). Pomimo rozwoju rolnictwa i ogrodnictwa rośliny dziko rosnące nadal były wykorzystywane nie tylko jako pożywienie, ale także w lecznictwie i w różnorodnych działaniach rytualnych (m.in. Lityńska-Zajac i Wasylikowa 2005; Badura 2011; Mueller-Bieniek 2012).

Wyniki badań archeobotanicznych pozwalają także na rekonstrukcję zbiorowisk roślinnych na podstawie metod fitosocjologicznych i autekologicznych, przy obciążeniu pewnymi błędami założeniu, że zbiorowiska w przeszłości miały wymagania ekologiczne podobne do dzisiejszych. Zgodnie z zasadą aktualizmu przy tego typu analizach można posłużyć się dzisiejszą przynależnością poszczególnych gatunków do określonych syntaksonów, czyli do jednostek klasyfikacji fitosocjologicznej takich jak np. zespół roślinny (Medwecka-Kornaś i in. 1972; Matuszkiewicz 2001). W celu scharakteryzowania warunków siedliskowych

←
Ryc. 8. Wybór węgli drzewnych ze stanowisk archeologicznych (det. M. Moskal-del Hoyo). a – wierzba lub topola (*Salix* sp. vel *Populus* sp.), gałązka w przekroju poprzecznym z Lipnika (średnia epoka brązu); b – leszczyna pospolita (*Corylus avellana*), gałązka w przekroju poprzecznym z Korzkwi (wczesne średniowiecze); c – jesion wyniosły (*Fraxinus excelsior*), przekrój poprzeczny z widocznymi wąskimi słojami rocznymi z Ułowa (epoka żelaza); d – świerk pospolity lub modrzew europejski (*Picea abies* vel *Larix decidua*), przekrój poprzeczny z widocznymi wąskimi słojami rocznymi z Jaskini Mamutowej (paleolit); e – sosna zwyczajna (*Pinus sylvestris*), przekrój podłużny promieniowy. Widoczne ślady działalności grzybów w cewkach drewna sprzed spalania ze stanowiska Tominy (wczesny neolit); f – topola (*Populus* sp.), przekrój podłużny promieniowy. Widoczne ślady działalności grzybów w naczyniach drewna sprzed spalania ze stanowiska Stryjów (późny neolit); g, h – olsza (*Alnus* sp.), ślady po drewnojadach zaobserwowane na przekroju poprzecznym (g) i podłużnym promieniowym ze stanowiska Maszkowice (wczesna epoka brązu). Skala: 1 mm (a, g), 500 µm (b, c, d, h), 40 µm (e), 50 µm (f). Fot. M. Moskal-del Hoyo

można zastosować ekologiczne liczby wskaźnikowe, które do opisu warunków panujących w Polsce najczęściej opierają się na danych regionalnych (Zarzycki i in. 2002). Analizy przeprowadzane są głównie dla trzech wskaźników edaficznych, tj. wilgotności, trofizmu i odczynu gleby. Do najczęściej wyróżnianych w badaniach archeobotanicznych syntaksonów należą zbiorowiska pól uprawnych, zbiorowiska ruderalne oraz zbiorowiska antropogenicznych łąk i pastwisk. Szczegółowe omówienie podstaw teoretycznych tego typu rekonstrukcji zostało przedstawione w *Przewodniku do badań archeobotanicznych* (Lityńska-Zajac i Wasylińska 2005) oraz w obszernej pracy na temat zbiorowisk chwastów (Lityńska-Zajac 2005). W celu przygotowania zestawień danych karpologicznych można posilkować się bazami danych, np. ArboDatMulti (Kreuz i Schäfer 2002; Pokorná i in. 2011), które po wpisaniu poszczególnych taksonów dzielą materiały archeobotaniczne według grup ekologicznych, np. roślin uprawnych, synantropijnych (chwasty lub rośliny ruderalne), łąkowych lub pastwiskowych, z uwzględnieniem lokalnych warunków siedliskowych (Mueller-Bieniek i Woch 2012). Na uwagę też zasługuje wykorzystanie autekologicznych właściwości gatunków w badaniach archeobotanicznych poprzez stosowanie metody funkcjonalnej interpretacji danych botanicznych (ang. *functional interpretation of botanical survey*, FIBS). Wówczas analizowane są strategie życiowe roślin, m.in. wielkość, typ wzrostu, tempo rozwoju ontogenetycznego, płodność czy długowieczność, które w przypadku gatunków przystosowanych w wyniku adaptacji do warunków środowiska mają odpowiedni typ funkcjonalny. Badania te wykorzystywane są głównie w stosunku do rekonstrukcji metod rolniczych, w tym określania warunków panujących na dawnych polach uprawnych (np. uprawy jare lub ozime) (m.in. Jones i in. 2000; Bogaard i in. 2001; Lityńska-Zajac i Wasylińska 2005).

Interpretacja pozostałości drewna na stanowiskach archeologicznych

Wykorzystywanie surowca drewnianego

Nie ulega wątpliwości, że ludzie w pradziejach i czasach historycznych doskonale znali właściwości technologiczne drewna i wykorzystywali ten surowiec,

uwzględniając poszczególne cechy drewna w zależności od swoich potrzeb jako materiał konstrukcyjny i surowiec potrzebny do wykonania różnego rodzaju przedmiotów codziennego użytku (m.in. Molski 1968; Gale i Cutler 2000; Cywa 2018a; 2018b; Cywa i in. 2018; Cywa i Wacnik 2020). Jako surowca do wznoszenia konstrukcji używano głównie drewna dębu (*Quercus* sp.), co zostało potwierdzone m.in. na neolitycznej osadzie kultury ceramiki wstęgowej rytej w Brzeziu, na stan. 17 (Lityńska-Zajac i Czekaj-Zastawny 2021) i na słynnym grodzisku w Biskupinie, na którym odkryto ponad sto jednakowych domów stojących wzdłuż ulic wymoszczonych drewnem (Żurowski 1950; Ważny 1993). Wynika to zapewne z tego, że drewno dębu cechuje się dużą twardością i wytrzymałością, dzięki czemu nadaje się bardzo dobrze do wznoszenia solidnej konstrukcji (Krzysik 1957; Podbielkowski 1985; Zielski i Krąpiec 2004; Cywa i in. 2018). Drewno innych gatunków, m.in. sosny zwyczajnej, charakteryzującej się także dużą wytrzymałością, było również użytkowane jako materiał konstrukcyjny (Zielski i Krąpiec 2004; Pydyn i Rembisz 2010).

Badania porównawcze przedmiotów drewnianych z okresu średniowiecza z terenu Polski wykazały, że do wyrobu pewnych ich grup korzystano najczęściej z niektórych tylko gatunków drzew lub krzewów. Przykładowo, przedmioty darte (np. deski i łuczywa) oraz darte/łupane i ciosane wykonywano zazwyczaj z drewna o dużej łupliwości należącego do sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris*), dębu, świerka lub modrzewia (*Picea abies* vel *Larix decidua*) i cisa (*Taxus baccata*). Do toczenia użytkowano głównie drewno jesionu wyniosłego (*Fraxinus excelsior*) najczęściej na miski i talerze, sosny (wrzeciona i miski), olszy (*Alnus* sp.) i klonu (*Acer* sp.) (głównie naczynia) (np. ryc. 7) oraz trzmieliny (*Euonymus europaea*) (wrzeciona) (Cywa 2018a; 2018b). Wyroby drewniane były także podstawą wymiany handlowej, o czym świadczą np. średniowieczne importy grzebieni wykonane z bukszpanu *Buxus sempervirens*. Drewno tego gatunku pochodzi z terenów śródziemnomorskich, a jego znaleziska daleko poza obszarem występowania świadczyć mogą o szlakach handlowych prowadzących ze wschodniej części basenu Morza Śródziemnego (Cywa i Wacnik 2020).

Drewno było wykorzystywane na opał. Jego szczątki, w zależności od chronologii stanowiska, występują w strukturach o różnej funkcji, począwszy od najprostszych palenisk poprzez bardziej

wyspecjalizowane piece potrzebne do użytku domowego lub do wypału naczyń ceramicznych, a skończywszy na piecowiskach przemysłowych służących do produkcji żelaza. W paleniskach często znaleźć można duże nagromadzenia węgla drzewnych. Ich oznaczenie taksonomiczne wskazuje na małą różnorodność jakościową i dużą nadreprezentację pojedynczych taksonów, co jest związane najczęściej z krótkotrwałym, wielokrotnie nawet jednorazowym, użyciem ognia. W konsekwencji wyniki są głównie źródłem danych na temat użytkowania drewna opałowego, którym najczęściej jest łatwo dostępne lokalne drewno (Chabal 1988; Badal García 1992; Théry-Parisot 2001; Ntinou 2002; Asouti i Austin 2005; Carrión Marco 2005). Podobne wnioski wysunięto nawet w przypadku badanych mielerzy, wyspecjalizowanych struktur służących do produkcji węgla drzewnych. Zaobserwowano, że zarówno spektrum taksonomiczne, jak i dominujące rodzaje drzew znalezionych w mielerzach wykazywały silny związek z typem lokalnego siedliska i tym samym z typem lasu, który mógł się na nim rozwinąć (Ludemann 2010). Na niektórych terenach odnotowano jednak bardziej selektywne użytkowanie drewna i preferowane były np. gatunki drzew iglastych (Rutkiewicz i in. 2017). Wanda Giźbert i Irena Gluza analizowały wykorzystywanie węgla drzewnych w hutnictwie żelaza w Polsce, w epoce żelaza. Zauważono wyraźną preferencję w stosunku do niektórych rodzajów drzew, jednak głównie ta obserwacja odnosiła się do tego samego stanowiska, podczas gdy na innych obszarach wybierano odmienne rodzaje drzew, co związane było z lokalną dostępnością (Bielenin 1993).

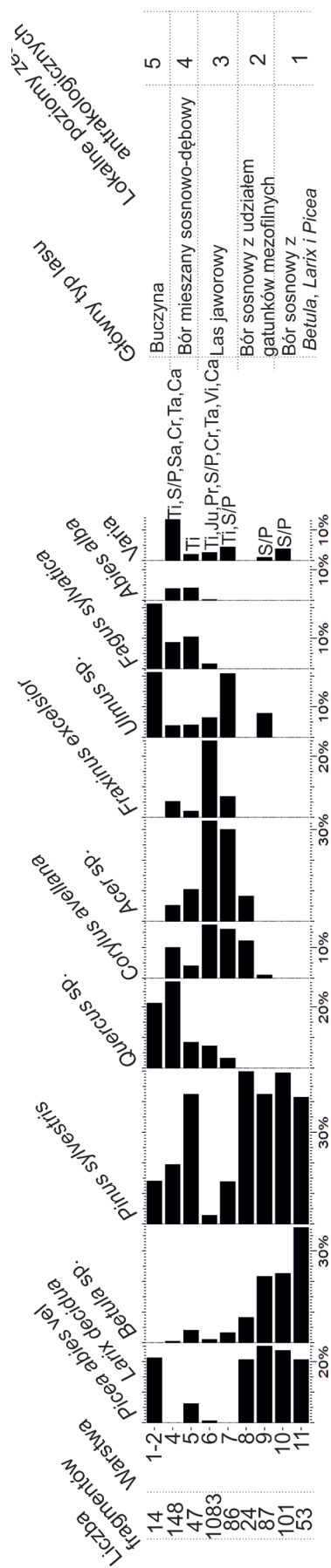
Zespoły węgla drzewnych badane były także z obiektów sepulkralnych, pozwalając na zrozumienie użytkowania tego surowca podczas obrzędów pogrzebowych w różnych okresach z obszaru Polski (Lityńska-Zajac 2004; Wrzesińska i Wrzesiński 2002). Ze stanowiska nr 19 w Kokotowie przebadano węgle drzewne ze 112 grobów odsłoniętych na cmentarzysku kultury łużyckiej. Potwierdzono, że do budowy stosu ciałopального używano przynajmniej 15 różnych gatunków i rodzajów drzew i krzewów, przy czym dominowały węgle drzewne dębu, a w następnej kolejności sosny zwyczajnej i brzozy (*Betula* sp.). Interesujące jest częste występowanie wrzosu (*Calluna vulgaris*), który jest wyjątkowym znaleziskiem na stanowiskach archeologicznych. Roślina ta mogła być wykorzystywana

zarówno celowo, ze względu na jej cechy oraz przypisywane jej być może znaczenie rytualne, jak i mogła dostawać się do resztek stosu w sposób przypadkowy, np. w wyniku porostania miejsc po ustrynach (Moskal-del Hoyo 2012; 2014). W obiektach grobowych tej samej kultury na pobliskich stanowiskach 10, 11 i 12 w Targowisku wśród różnych taksonów zanotowano duży udział brzozy. Drewno to mogło być preferowane do budowy stosu przy rytuałach ciałopalenia, gdyż jego kora zawiera betulinę, która sprawia, że świeże drewno pali się szybciej i osiąga wysoką temperaturę (Lityńska-Zajac i in. 2014). Na nekropoliach z okresu rzymskiego, reprezentujących ludność kultur wielbarskiej i przeworskiej, często dominowała sosna, co mogło być związane z jej znaczeniem w obrzędowości pogrzebowej (Stępnik 2001; Lityńska-Zajac 2015) i/lub z jej przewagą na terenach piaszczystych, na których zlokalizowane były niektóre cmentarzyska (Stępnik 2001; Moskal-del Hoyo 2012).

Przedmioty wykonane z kory drzew mogą być szczególnym przejawem użytkowania drzew. Spektakularnego przykładu dostarczyły przedmioty znalezione przy neolitycznym człowieku z lodowca zwanym Ötzi, wśród których odkryto naczynia z kory brzozy oraz przedmioty z łyka lipowego (*Tilia* sp.), takie jak pochewka na nóż i części obuwia (Oeggl 2009). Wyjątkowym znaleziskiem jest niespalony fragment przedmiotu wykonanego z tego samego materiału (ryc. 10), który został znaleziony w Opatowie na stan. 1 (Kłobuck) w ciałopalnym grobie popielnicowym kultury łużyckiej należącej do kobiety. Przedmiot interpretowany jest jako część przepaski bądź czepca służącego do nakrycia głowy. Mineralizacja metalowych części wyposażenia grobu doprowadziła do jego impregnacji i zachowania go do naszych czasów. Tym samym udokumentowano nowe praktyki związane z wykorzystaniem materiału roślinnego w kulturze łużyckiej (Moskal-del Hoyo i Badal 2009).

Rekonstrukcja charakteru lasów na podstawie węgla drzewnych

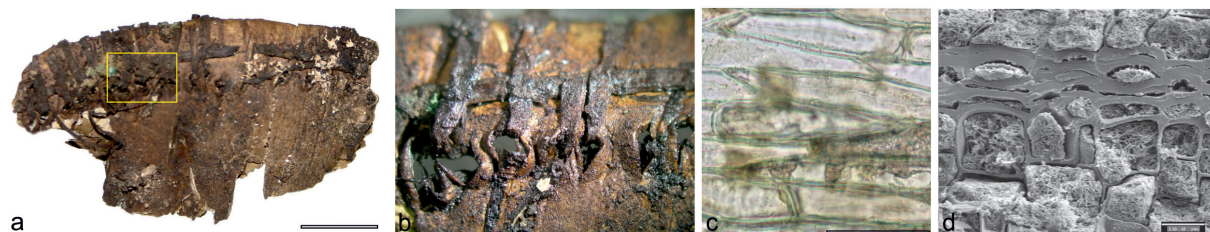
Już w pierwszych publikacjach dotyczących badań antrakologicznych z Polski zauważono, że węgle drzewne mają duży potencjał do odtworzenia lokalnych drzewostanów (Seidl 1936a; Zabłocki 1952), zwłaszcza jeśli pochodzą z przydomowych palenisk



Ryc. 9. Przykładowy diagram antrakologiczny z Jaskini Żarskiej obrazujący wyniki analizy węgla drzewnego pochodzących z 11 warstw datowanych na schyłkowy plejstocen (warstwy 10-11) i na holocen (1-9). Na podstawie udziału i dominacji poszczególnych taksonów drzew i krzewów wydzielono 5 lokalnych poziomów zespołów antrakologicznych odpowiadających zmianom głównych typów lasów rozwijających się w okolicy stanowiska, od plejstoceniowego bora sosnowego (1), poprzez las w typie współczesnej jaworzyny z optimum klimatu (3), do początku rozwoju buczyny w okresie subatlantyckim (5). Jedynie zespół nr 3 jest oparty na danych reprezentatywnych, natomiast pozostałe zespoły zawierają niewielką liczbę analizowanych fragmentów węgla drzewnego. Niemniej jednak ich skład taksonomiczny, podobnie jak analiza ilościowa, pozwala na wyznaczenie ogólnej tendencji w rozwoju zbiorowisk leśnych. Diagram przygotowany w programie POLPAL (Nalepka i Walanus 2003). Analiza: M. Moskal-del Hoyo. Zmienne za: Wilczyński i in. 2020

(Dzieduszycki 1976) i licznych warstw kulturowych (Wasylikowa i in. 1992). Zagadnieniom związanym z możliwością przeprowadzenia rekonstrukcji paleośrodowiskowych poświęcono wiele prac antrakologicznych poczynając od lat 80. ubiegłego wieku w tzw. szkole z Montpellier (m.in. Chabal 1988; 1997; Thiébault 1988; Badal García 1992; Figueiral 1992; Heinz i Thiébault 1998; Théry-Parisot 2001). Opracowano główne założenia metodyczne, które następnie były wielokrotnie weryfikowane i dyskutowane (m.in. Ntinou 2002; Asouti i Austin 2005; Carrión Marco 2005; Lityńska-Zajac i in. 2008; Théry-Parisot i in. 2010; Moskal-del Hoyo 2013; 2016; Moskal-del Hoyo i in. 2017a; 2018a; 2018b; Kabukcu 2018; Kabukcu i Chabal 2021). Jednym z podstawowych zagadnień badawczych było odtworzenie pochodzenia zespołu węgla znajdującego się w nawarstwieńcach archeologicznych. Miejsce zachowania tego typu szczątków jednoznacznie wskazuje, że były one bezpośrednio związane z działalnością człowieka, czyli z potencjalną selekcją preferowanych gatunków i rodzajów drzew i krzewów. Wymieniony czynnik mógł wpływać na zniekształcenia obrazu dawnej roślinności leśnej uzyskanej na podstawie analizy resztek drewna. Zaobserwowano jednak, że mając do czynienia z pozostałościami po drewnie opałowym, w większości przypadków często zbieranym i łatwo dostępnym, może ono stanowić pewnego rodzaju próbę lokalnej roślinności leśnej. Ze względu na ciągłe i duże zapotrzebowanie opału gromadzono według „zasady minimalnego wysiłku” (Shackleton i Prins 1992), czyli wybierano suche drewno (chrust) łatwo dostępne, bez selekcji konkretnych gatunków. Liczne prace skupione na aspektach metodycznych wykazały, że węgle drzewne ze stanowisk archeologicznych (choć nie wszystkie) są cennym materiałem do rekonstrukcji dawnych lasów, pod warunkiem że badane są specjalne zespoły spalonego drewna (*dispersed charcoal, long-term deposits* według Asouti i Austin 2005; oraz *sensu* Théry-Parisot i in. 2010: 143, tzw. rozproszone węgle drzewne), które reprezentują długotrwały proces zbierania drewna opałowego (m.in. Chabal 1997; Asouti i Austin 2005; Théry-Parisot i in. 2010; Kabukcu 2018).

Dla właściwej interpretacji materiału i w celu otrzymania wiarygodnych danych tzw. rozproszone węgle drzewne powinny reprezentować materiał zalegający na stanowiskach archeologicznych w warstwach związanych z długotrwałą działalnością człowieka. Niektóre obiekty, np. jamy odpadowe,



Ryc. 10. Przykład przedmiotu, prawdopodobnie przepaski, wykonanego z kory brzozonej (*Betula* sp.) (a) (det. M. Moskal-del Hoyo, E. Badal); b – fragment z powiększoną częścią otworów i szycia „na okrętkę”; c – ułożenie komórek kory brzozy obserwowane pod mikroskopem na światło przechodzące; d – mikrofotografia SEM struktury anatomicznej przepaski w przekroju promieniowym z widocznymi komórkami felemu i feloidu. Skala: 1 cm (a), 50 μ m (c), 25 μ m (d). Zmienione za: Moskal-del Hoyo i Badal 2009

jamy gospodarcze z wtórnym wypełniskiem, czy też dołki przysłupowe (m.in. Bernabeu i Badal 1992; Lityńska-Zajac i in. 2008; Moskal-del Hoyo 2013; 2016; Lityńska-Zajac i in. 2014a; 2014b; 2014c; 2014d; Moskal-del Hoyo i in. 2017; 2018a; 2018b) również w dużym stopniu mogą dostarczyć tego typu materiału. W związku z tym pozostałości zwęglonych drzew i krzewów muszą pochodzić z odpowiednio pobranych prób, tak aby uzyskany materiał był liczny i reprezentatywny dla wszystkich obiektów czy warstw archeologicznych, odpowiadających danemu horyzontowi chronologicznemu. Wtedy jako rezultat badań otrzymuje się zazwyczaj dane o urozmaiconym taksonomicznym składzie i charakteryzujące się dużą powtarzalnością wyników, nie tylko w obrębie jednego stanowiska, ale również na stanowiskach o podobnej chronologii i charakteryzujących się podobnymi warunkami siedliskowymi (lit. wyżej cytowana oraz m.in. Ntinou 2002; Carrión Marco 2005; Novák i in. 2021). Wykazano, że suma 250-400 fragmentów węgla drzewnych z danej warstwy archeologicznej jest wystarczająca do opisu lokalnej roślinności, niemniej jednak liczba fragmentów węgla potrzebnych do analizy zależy w większym stopniu od bogactwa dendroflory (Badal i Garcia 1992; Chabal 1997; Chabal i in. 1999; Ntinou 2002; Carrión Marco 2005; Lityńska-Zajac i Wasylikowa 2005).

Zazwyczaj węgle drzewne były sporadycznie brane pod uwagę przy rekonstrukcjach zbiorowisk roślinnych z Polski, a ponadto tylko w nielicznych przypadkach opierały się na systematycznie pobieranych reprezentatywnych próbach (np. Lityńska-Zajac 1994; Lityńska-Zajac i in. 2014a; 2014b; 2014c; 2014d; 2015; Kruk i in. 2016; Moskal-del Hoyo i in. 2017a; 2018a; Lityńska-Zajac i Makowicz-Polisztot 2019). Wypada jeszcze

zaznaczyć, że w porównaniu z rekonstrukcją roślinności uzyskaną na podstawie danych palinologicznych czy makroskopowych szczątków roślin, antrakologia opiera się na oznaczeniach taksonomicznych tylko szczątków drzew i krzewów i tym samym umożliwia opis pewnej części roślinności leśnej, przede wszystkim w skali lokalnej. Ponadto oznaczenia taksonomiczne w większości przypadków do poziomu rodzaju sprawiają, że odtworzenie zbiorowisk leśnych na podstawie taksonów tej rangi jest utrudnione, ponieważ gatunki reprezentujące dany rodzaj charakteryzują się zróżnicowanymi wymaganiami ekologicznymi i siedliskowymi. Jednakże analiza dominujących taksonów w zespole węgla drzewnych dostarcza ważnej wskazówki do odtworzenia składu zbiorowisk leśnych, gdyż zazwyczaj główne typy lasów charakteryzują się dominacją pojedynczych lub kilku gatunków drzew. Dodatkowo znajomość siedliska, typów zbiorowisk leśnych oraz poznanie potencjalnej roślinności naturalnej (Medwecka-Kornaś i in. 1972; Matuszkiewicz 2005; 2008), która mogłaby się rozwinąć w okolicy danego stanowiska archeologicznego, pomaga w interpretacji i odtworzeniu głównych typów lokalnej roślinności leśnej.

Datowanie szczątków roślinnych

Materiały roślinne służą od lat do datowania warstw lub obiektów archeologicznych i zakłada się, że są one tego samego wieku co badane obiekty i poszczególne warstwy, zwłaszcza gdy pochodzą z jednorodnych pod względem chronologii nawarstwień (Lityńska-Zajac i Wasylikowa 2005). Należy jednak podkreślić, że datowane bezpośrednio są tylko szczątki roślinne i dlatego powinny

być one oznaczone taksonomicznie przed wysłaniem próbki do pomiaru wieku (Lityńska-Zajac 1994; Walanus i Goslar 2004; Carrión Marco 2005; Lityńska-Zajac i Wasylińska 2005; Moskal-del Hoyo i Kozłowski 2009; Nowak i in. 2017). Wiele przykładów pokazało, że niekoniecznie trafne jest założenie, że szczątki roślinne są równoczesne analizowanym obiektom lub warstwom archeologicznym i spotykane są wyniki pomiaru wieku niezgodne z oczekiwanym. Często nawet dokładne obserwacje terenowe nie pozwalają na wskazanie śladów zanieczyszczeń prób młodszym lub starszym materiałem. W konsekwencji w jednej próbie wysyłanej do laboratorium radiowęglowego mogą znaleźć się materiały przemieszane w wyniku zaburzenia pierwotnego ułożenia warstw na stanowisku związanych z naturalnymi procesami podepozycyjnymi lub będące efektem działalności ludzi i zwierząt. Do kontaminacji materiałów może także dojść poprzez błędy popełnione w czasie eksploracji obiektów lub w laboratorium w trakcie przygotowania i opracowania materiału. Niespodziewana data może być także rezultatem wykorzystywania starszego materiału przez ludność badanego stanowiska (Harkness 1975; Pilcher 1991; Badal i in. 1994; Moskal-del Hoyo i Kozłowski 2009; Nowak i in. 2017). Przykładem może być też tzw. problem „starego drewna”, gdyż surowiec ten mógł posłużyć za opał, a pochodzić mógł np. ze starej konstrukcji drewnianej lub z części twardej kilkusetletnich drzew lub mógł wówczas być drewnem subfossylnym (Schiffer 1996; Lityńska-Zajac i Wasylińska 2005).

Najlepszym rozwiązaniem, które pozwala na wybór odpowiedniej do datowania próbki, jest oznaczenie taksonomiczne materiałów. Dotyczy to przede wszystkim węgla drzewnych, owoców i nasion. Analiza antrakologiczna, podobnie jak karpologiczna w przypadku materiałów zwęglonych, nie przyczynia się do zniszczenia materiałów roślinnych, które przy braku użycia jakichkolwiek środków chemicznych znakomicie nadają się do datowania. Selekcjonując węgle drzewne, za każdym razem polecane jest wydatowanie tylko jednego fragmentu, w innym przypadku nie ma bowiem pewności, że kilka ułamków będzie równoczesowych, nawet jeśli reprezentują ten sam takson. Poza tym niekiedy sama identyfikacja taksonomiczna węgla drzewnych wskazać może na występowanie zaburzeń stratygraficznym, gdyż w zależności

od chronologii i lokalizacji badanego stanowiska można spodziewać się pewnej grupy taksonów. Na przykład badając warstwy paleolityczne, najczęściej spotykamy węgle drzewne należące do drzew i krzewów szpilkowych, wśród których wyróżnić można sosnę, limbę czy modrzew lub świerk (Wilczyński i in. 2020; Kot i in. 2021), natomiast jeśli pracujemy na stanowiskach neolitycznych, powinno się unikać datowania węgla drzewnych późno migrujących gatunków drzew, takich jak buk, grab i jodła (*Abies alba*), których szczątki znalezione w warstwach neolitycznych po wydatowaniu mogą okazać się materiałem młodszym, datowanym na okres subatlantycki (Lityńska-Zajac i in. 2008; Moskal-del Hoyo i in. 2015; Lityńska-Zajac i Moskal-del Hoyo 2021). Wybór węgla drzewnych do datowania metodą radiowęglową nie tylko uwzględnia oznaczenie taksonomiczne i wskazanie gatunków o najwyższym prawdopodobieństwie występowania w danym okresie klimatycznym, lecz także polega na analizie dendrologicznej wskazującej część rośliny, z której dany fragment pochodzi. Najbezpieczniej jest wyselekcjonować drobne kilkuletnie gałązki (ryc. 8a, b) oraz fragmenty zachowane wraz z korą, zwłaszcza w przypadku gatunków drzew długowiecznych takich jak dąb. Można wykorzystać też młode pędy, fragmenty szyszek, żołędzie, które ze względu na ich krótkie życie znakomicie nadają się do pomiaru wieku. Z tego samego powodu rekomendowany jest wybór owoców i nasion, jeśli na stanowiskach znajdowane są materiały karpologiczne. Materiały tego typu są krótkowieczne i najlepiej oddają okres ich wykorzystania. W przypadku diaspor oraz drobnych węgla drzewnych najczęściej należy stosować metodę akceleratorową (AMS) (Lityńska-Zajac i Wasylińska 2005; Moskal-del Hoyo i Kozłowski 2009; Nowak i in. 2017).

GOSPODARKA ROŚLINNA: WYBRANE ASPEKTY BADAŃ ARCHEOBOTANICZNYCH

Co jedli pierwsi rolnicy kultury ceramiki wstęgowej rytej na Pogórzu Karpackim?

Jednym z ważnych elementów badań archeobotanicznych jest odtworzenie podstaw gospodarki rolnej przyjętej przez najstarsze ugrupowania

neolityczne. Pierwsze grupy rolnicze pochodzenia naddunajskiego przybyły na obszary wyżynne południowo-wschodniej Polski w drugiej połowie VI tysiąclecia p.n.e. (Kaczanowski i Kozłowski 1998). Badania przeprowadzone w ostatnich dziesięcioleciach wykazały, że grupy te zasiedliły również tereny prawobrzeża Wisły, w tym Podgórze Bocheńskie (m.in. Czekaj-Zastawny 2017) i dalej na południe obszary Pogórza Karpackiego (Valde-Nowak 2014; Czekaj-Zastawny i in. 2020). Przybysze reprezentujący archeologiczną kulturę ceramiki wstęgowej rytej pojawili się z pełnym zestawem kulturowym, tzw. pakietem neolitycznym, wprowadzającym rolnictwo polegające na produkcji pożywienia w oparciu o udomowione, poza obecnymi obszarami ziem Polski, gatunki roślin i zwierząt (Klichowska 1975; Milisauskas i Kruk 1989; Kaczanowski i Kozłowski 1998; Bieniek 2007; Lityńska-Zajac 2007; Lityńska-Zajac i in. 2017). Jako przykład najstarszych roślin uprawianych przez ludność tej kultury na ziemiach polskich może posłużyć stanowisko nr 2 w Gwoźdźcu na Pogórzu Karpackim badane archeologicznie przez Agnieszkę Czekaj-Zastawny i Agnieszkę Kukulkę (Czekaj-Zastawny i in. 2020). Maria Lityńska-Zajac opracowała zespół owoców i nasion z kilku faz osadniczych (od fazy Ib do IIIa) i potwierdziła uprawę dwóch gatunków oplewionych pszenic, płaskurki (*Triticum dicoccon*) i samopszy (*T. monococcum*), jednak przy niewielkim udziale tej drugiej. Pojawia się w znikomych ilościach jęczmień zwyczajny (*Hordeum vulgare*) oraz wystąpiły nieliczne nasiona grochu zwyczajnego (*Pisum sativum*) i lnu (*Linum usitatissimum*) (Lityńska-Zajac i Moskal-del Hoyo 2021). Dane jakościowe i ilościowe dotyczące gatunków uprawnych mogą stanowić punkt wyjścia do rekonstrukcji struktury upraw, aczkolwiek jest to proces niezwykle trudny i obciążony możliwym błędem ze względu na obecność materiałów zachowanych fragmentarycznie i znalezionych z obiektach o różnej funkcji (Lityńska-Zajac i Wasylińska 2005). Interpretacja wykorzystania określonych gatunków opiera się na ich potencjalnych właściwościach użytkowych. Jak podsumowuje M. Lityńska-Zajac w obszernym opracowaniu (Lityńska-Zajac i Moskal-del Hoyo 2021), ziarno pszenic przeważnie było rozcierane na mąkę lub obtłukiwane na kaszę, będąc dobrze przyswajalnym pokarmem zawierającym sporo węglowodanów, głównie w postaci skrobi, oraz znacznie mniej białka i tłuszczu. Ziarna jęczmienia mogły

być przeważnie przeznaczone na paszę. Groch uprawiany był na nasiona, paszę zieloną lub siano. Jego nasiona są bogate w białko oraz mogą być również rozcierane na mąkę i dodawane do wypieku chleba. Z pozostałych roślin uprawnych len zwyczajny mógł być wykorzystywany jako roślina olejo- i włóknodajna. Nasiona tej rośliny dają olej jadalny, a wytloki stanowią wartościową karmę. Siemię lniane mogło być stosowane także w lecznictwie. Z włókien uzyskanych z warstwy korowej łodygi u form długopędowych można było wytwarzać tekstylia (Lityńska-Zajac i Moskal-del Hoyo 2021). Dodatkowo ziarna zbóż z Gwoźdźca poddane były badaniom izotopowym. W pierwszych pracach podsumowujących wyniki badań izotopowych ze stanowisk neolitycznych z Polski potwierdzono wysoki udział białek roślinnych w diecie człowieka (Mueller-Bieniek i in. 2019a; Mnich i in. 2020).

Niewątpliwie rośliny zbierane ze stanu dzikiego odgrywały ważną rolę w uzupełnieniu diety opartej o zboża i strączkowe. Zbieranie całych roślin lub ich części należało do stałych strategii zdobywania pokarmu, wśród których wyróżnić można rozmaite sposoby ich gromadzenia i przetwarzania, np. na polewki, kiszonki czy produkty mączne (Łuczaj 2004; Lityńska-Zajac 2008; Colledge i Conolly 2014; Lityńska-Zajac i Moskal-del Hoyo 2021, tam cyt. lit.). Stanowisko archeologiczne w Gwoźdźcu jest jednym z najstarszych, na których potwierdzono ślady gromadzenia owoców jabłoni dzikiej (*Malus sylvestris*) (Bieniek i Lityńska-Zajac 2001), które mogły być spożywane na surowo lub po wysuszeniu (Lityńska 1986). Oprócz jabłek również inne rośliny dzikie mogły ewentualnie być wykorzystywane jako pożywienie (m. in. Bieniek 2003; Behre 2008; Lityńska-Zajac 2008; Lityńska-Zajac i in. 2017; Mueller-Bieniek i in. 2019a). Do grupy tej wśród szczątków znalezionych w Gwoźdźcu należą nasiona komosy białej (*Chenopodium album*) oraz ziarniaki traw dzikich, np. włośnicy sinej (*Setaria pumila*), chwastnicy jednostronnej (*Echinochloa crus-galli*) i różnych gatunków stokłosa (*Bromus*). Prawdopodobnie zjadano zielone części szczawiu (*Rumex*) i rdestu (*Polygonum*). Do rozmaitych celów, w tym leczniczych mogła być wykorzystywana mięta polna lub nadwodna (*Mentha arvensis* vel *M. aquatica*) (Lityńska-Zajac i Moskal-del Hoyo 2021).

Przedstawiony został tylko jeden z szeroko omówionych w monografii aspektów interdyscyplinarnych badań na stanowisku w Gwoźdźcu

(Czekaj-Zastawny i in. 2021). Odtworzenie gospodarki dawnych mieszkańców tej osady jest utrudnione ze względu na brak zachowania szczątków kostnych, które uzupełniłyby wiedzę na temat diety oraz warunków środowiska. Tego typu dane dostępne były na przedstawianej w następnej kolejności neolitycznej osadzie w Mozgawie.

Gospodarka i środowisko w świetle interdyscyplinarnych badań na stanowisku kultury pucharów lejkowatych w Mozgawie

Bardziej kompletne dane można osiągnąć wtedy, gdy analizy archeobotaniczne są integralną częścią badań archeologicznych i są prowadzone w zespołach interdyscyplinarnych. Wyniki specjalistycznych analiz uzupełniają wiedzę na temat badanych zagadnień osadniczych, gospodarczych i paleośrodowiskowych oraz wzajemnie weryfikują możliwości interpretacyjne. Przykładem efektu ww. współpracy jest badanie osady kultury pucharów lejkowatych w Mozgawie (stan. 1-3), która dzięki analizom przeprowadzonym przez Marka Nowaka i Martę Korczyńską wyróżnia się pod względem zajmowanej powierzchni i może być zaliczona do grupy tzw. dużych osad, sądzi się bowiem, że zajmowała łącznie ok. 35/40 hektarów i mogła być użytkowana w okresie co najmniej ok. 3500-3200 p.n.e. (Nowak i in. 2019; Korczyńska i in. 2019). Oprócz typowych analiz materiałów archeologicznych i zagadnień osadniczych studia brały pod uwagę rezultaty badań palinologicznych, malakologicznych, makroskopowych szczątków roślinnych oraz resztek fauny (Moskal-del Hoyo i in. 2018b; Wilczyński i in. 2021), pochodzących ze stanowiska (tzw. *on-site analysis*) i pobranych z osadów naturalnych zlokalizowanych poza nim (tzw. *off-site analysis*). Łącznie na stanowisku odkryto 72 obiekty archeologiczne, z których zdecydowana większość reprezentuje kulturę pucharów lejkowatych z IV tysiąclecia p.n.e. Z obiektów archeologicznych pobrano ponad 550 prób osadu do badań archeobotanicznych i malakologicznych. U podnóża stoku, na którym znajduje się stanowisko archeologiczne w Mozgawie, pobrano profil T4/2015 do badań palinologicznych i geomorfologicznych, z którego oznaczono także makroskopowe szczątki roślinne, mięczaki i wybrano materiały do pomiaru wieku celem określenia

chronologii warstw zawierających ziarna pyłku. Główne wnioski z badań palinologicznych podsumowała Agnieszka Wacnik, wskazując, że w dolinie Nidy oraz na sąsiednich wzniesieniach lessowych pod koniec okresu atlantyckiego i zanim, pojawili się osadnicy kultury pucharów lejkowatych przeważały niezbyt zwarte lasy o charakterze borów mieszanych z dominującą sosną, z nieznacznym udziałem dębu, świerka i brzozy, w typie współczesnych *Quercus-Pinetum*. Być może niewielkie powierzchnie zajmowały lasy liściaste z dębem, leszczyną, lipą i wiązem. Nieliczne krzewy leszczyny rosły w strefie okrajkowej, w podszycie, na nasłonecznionych stokach terasy. W strefie dolinnej, w miejscach okresowo podtapianych, występowały niewielkie powierzchnie olesów w typie *Carici elongatae-Alnetum* z olszą, brzozą i wierzbami. Lokalnie występowały tereny otwarte, najprawdopodobniej ograniczone do strefy brzegowej. Występowały też płaty roślinności kserotermicznej.

Na podstawie danych pyłkowych można wywnioskować, że w okresie rozwoju osadnictwa neolitycznego utrzymuje się dominacja borów mieszanych z przewagą sosny, domieszką świerka, dębu i brzozy. Dane te znalazły odzwierciedlenie w wynikach antrakologicznych, gdyż wśród 16 taksonów (det. M. Moskal-del Hoyo) dominowały sosna i dąb, przy dużym udziale olszy. Powierzchnia lasów zmniejszała się lub zmalała ich zwarcie. Wzrosła frekwencja roślin zielnych, szczególnie wskaźników antropogenicznych (*Artemisia*, *Chenopodiaceae*, *Polygonum aviculare* i *Urtica*). Lokalnie obecne były płaty zarówno suchych (*Knautia arvensis*, *Hypericum*, *Plantago media* i *P. lanceolata*), jak i wilgotnych (*Cyperaceae*, *Filipendula*, *Sanguisorba officinalis*, *Lychnis* i *Lythrum*) zbiorowisk o charakterze łąkowym. Na występowanie płatów roślinności kserotermicznej wskazują szczątki ości i ziarniaki ostnicy *Stipa* sp. (det. A. Mueller-Bieniek i M. Kapcia). Trawa ta jest dzisiaj składnikiem muraw kserotermicznych, ale może również rosnąć w zaroślach i świetlistych lasach (Ceynowa-Giełdon 2001). O obecności terenów otwartych, w tym suchych i kserotermicznych, świadczą też zespoły mięczaków, wśród których Witold Alexandrowicz potwierdził występowanie takich gatunków, jak *Truncatellina cylindrica*, *Vertigo pygmaea*, *Vallonia costata* i *V. pulchella*. Wśród kości zwierzęcych Jarosław Wilczyński i Sylwia Pospuła oznaczyli szczątki dzikiego konia (*Equus ferus*), których

znaleziska również mogą wskazywać na występowanie terenów częściowo otwartych. Ich szczątki poddano badaniom genetycznym i potwierdzono dużą odległość genetyczną pomiędzy populacjami lokalnymi udokumentowanymi w Mozgawie i pierwszymi udomowionych końmi pochodzącymi ze stepów pontyjsko-kaspijskich z północnego Kaukazu (Librado i in. 2021). Pojawienie się gospodarki wytwórczej w Mozgawie w początkach IV tysiąclecia p.n.e. oraz stabilizacja osadnictwa w okresie kilku stuleci zapoczątkowało proces intensywnego przekształcania lokalnego środowiska i przemiany szaty roślinnej. Analiza sedymentów przeprowadzona przez Piotra Szwarczewskiego wykazała, że rolnicza i osadnicza działalność człowieka przyczyniła się do uruchomienia silnych procesów stokowych i przerwania zapisu pyłkowego w profilu (Moskal-del Hoyo i in. 2018b).

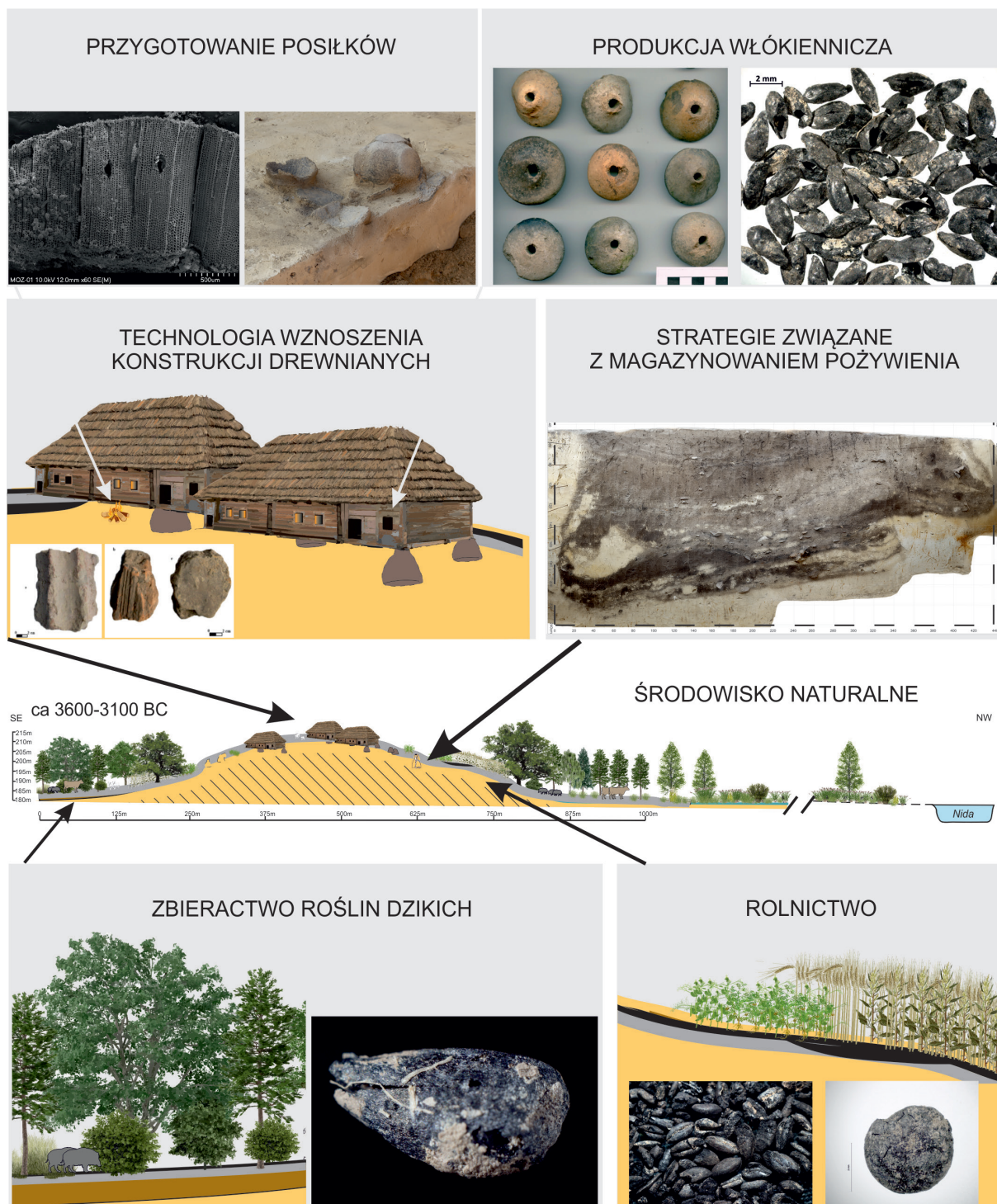
Aldona Mueller-Bieniek wraz z Magdą Kapcią i Krzysztofem Kotynią opracowali wyjątkowo bogaty jak na kulturę pucharów lejkowatych w Polsce zbiór owoców i nasion (Nowak i in. 2020). Warto podkreślić, że jest on wynikiem systematycznego pobierania prób archeobotanicznych, dzięki któremu odkryto znaczne nagromadzenia płaskurki (ryc. 1a, b), lnu (ryc. 1e) i przede wszystkim rzadko spotykanych na ziemiach polskich w neolicie roślin strączkowych, w tym grochu i soczewicy (ryc. 1d) (Mueller-Bieniek i in., w druku). Potwierdzono także wiele taksonów należących do roślin dzikich, które mogły stanowić pożywienie, takich jak komosa biała (ryc. 1f), stokłosa (ryc. 1h) czy poziomka (ryc. 1g). Na uwagę zasługuje także obecność ślimaka (*Mediterranea inopinata*), który jest kserofilnym gatunkiem często żyjącym w glebie na terenach rolniczych i dlatego jego występowanie może być wskaźnikiem rolniczego użytkowania ziemi (Moskal-del Hoyo i in. 2018b). Badanie szczątków kostnych potwierdziło hodowlę wszystkich znanych w neolicie udomowionych zwierząt (bydło *Bos taurus*, świnia *Sus scrofa* f. *domestica* i owca/koza *Capra hircus*/*Ovis aries*). Wśród fauny udokumentowano także obecność psa (*Canis familiaris*). Dieta była również uzupełniana przez łowiectwo, o czym świadczą kości dzikich zwierząt (dziki koń, dzik *Sus scrofa*, jeleni szlachetny *Cervus elaphus*, sarna europejska *Capreolus capreolus*, zając szarak *Lepus europaeus*, lis rudy *Vulpes vulpes* i bóbr europejski *Castor fiber*). Dużą różnorodność zaobserwowano w zespole ryb (m.in. miętus pospolity *Lota lota*, szczupak

pospolity *Esox lucius*, płotka *Rutilus rutilus* i okoń pospolity *Perca fluviatilis*), w tym napotkano na ślady sugerujące przechowywanie, prawdopodobnie w formie kiszenia. Również dość dobrze reprezentowane na tym stanowisku były pozostałości dzikich ptaków (m.in. gęś gęgawa *Anser anser/fabalis*, krzyżówka zwyczajna *Anas platyrhynchos* i gągoł krzykliwy *Bucephala clangula*), wśród których wyróżniają się szczątki charakterystyczne dla gęsi domowej cf. *Anser anser domesticus* (Wilczyński i in. 2021).

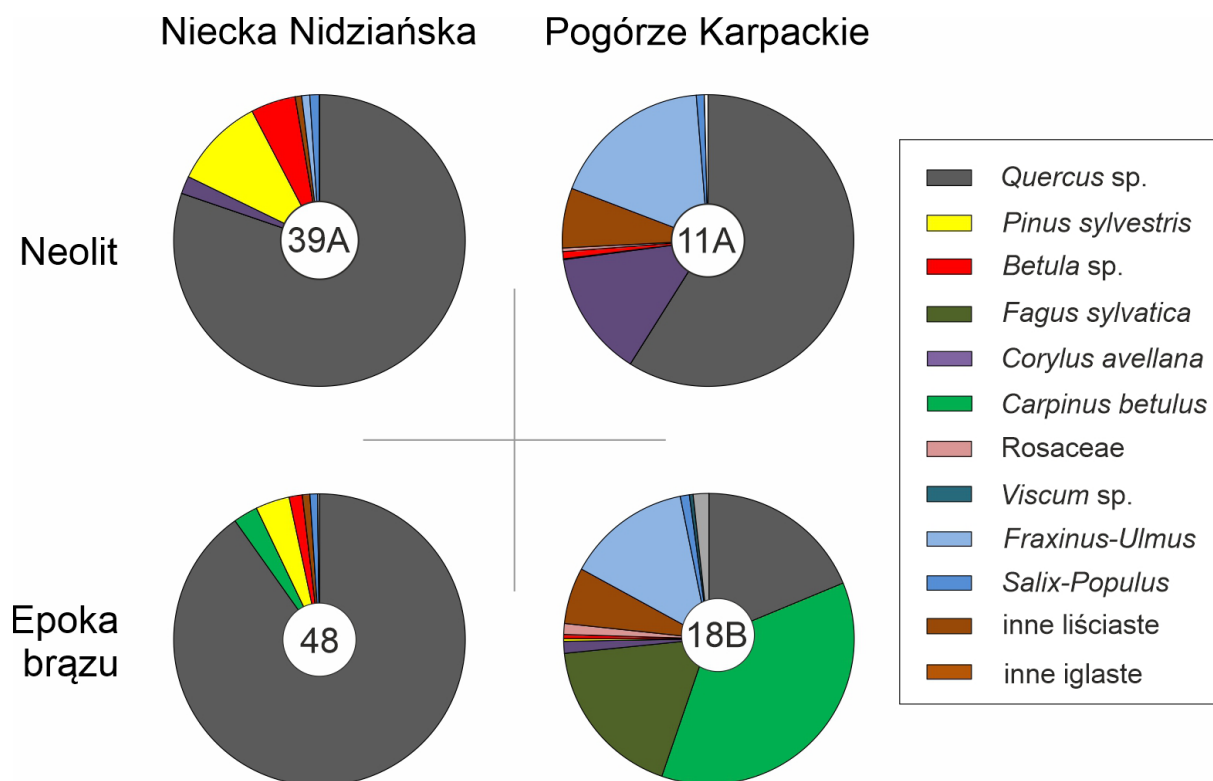
Interdyscyplinarne badania przyczyniły się do lepszego zrozumienia strategii związanej z pozyskiwaniem pożywienia przez ludność kultury pucharów lejkowatych w Mozgawie oraz pozwoliła na zrekonstruowanie lokalnych warunków środowiskowych i przemian środowiska wynikłych pod wpływem czynników antropogenicznych (ryc. 11).

Rekonstrukcja charakteru lasów rozwijających się na terenach lessowych południowej Polski

Przykładem wykorzystania węgla drzewnych do rekonstrukcji charakteru lasów rozwijających się w okresach atlantyckim i subborealnym (od drugiej połowy VI tysiąclecia p.n.e. do początku III tysiąclecia p.n.e.) było podsumowanie badań antrakologicznych z obszarów Małopolski na podstawie danych pochodzących z 79 stanowisk archeologicznych. Celem badań był opis charakteru drzewostanów rozwijających się na terenach o podłożu lessowym (Moskal-del Hoyo 2021). Pomimo dobrego rozpoznania na podstawie danych palinologicznych składu lasów rozwijających się w okresie atlantyckim, historia roślinności obszaru wyżyn lessowych Małopolski nie jest jednak w pełni poznana (Ralska-Jasiewiczowa 1989; Ralska-Jasiewiczowa i Latałowa 1996; Ralska-Jasiewiczowa i in. 2004). Wynika to z niewielkiej liczby zbiorników, starorzeczy lub torfowisk, w których dochodziło do akumulacji biogenicznej (Żurek 1987), stwarzających odpowiednie warunki do zachowania ziaren pyłku i spor (Moore i in. 1991; Dybova-Jachowicz i Sadowska 2003). Sytuacja ta stwarza oczywistą trudność w odtworzeniu dawnej szaty roślinnej na obszarach lessowych, które jako pierwsze były intensywnie zajmowane przez ludy neolityczne i których opisanie jest niezwykle ważne dla zrozumienia procesów osadniczych. Dodatkowo scharakteryzowanie lasów



Ryc. 11. Rekonstrukcja środowiska wokół osady kultury pucharów lejkowatych na podstawie interdyscyplinarnych badań archeologicznych i paleoekologicznych. Główny nacisk położony jest na obecność i znaczenie szczątków roślinnych, ale pozostałości fauny również dopełniają obraz dotyczący rolnictwa (hodowla) i pozyskiwania zwierząt ze stanu dzikiego (łowiectwo i rybołówstwo). Rys. M. Korczyńska.



Ryc. 12. Przykładowe wykresy prezentujące udział taksonomiczny drzew i krzewów w zespołach antrakologicznych pochodzących z dwóch regionów południowej Polski i z dwóch okresów chronologicznych. Na obszarze Niecki Nidziańskiej, zarówno w neolicie, jak i w epoce brązu, dominował dąb (*Quercus* sp.), a w epoce brązu zaznacza się pojawienie grabu (*Carpinus betulus*). Na Pogórzu Karpackim w neolicie oprócz dębu potwierdzono znaczny udział leszczyny (*Corylus avellana*), natomiast w epoce brązu grab i buk odgrywały już prawdopodobnie istotną rolę w lokalnych drzewostanach. Analiza: M. Moskal-del Hoyo; zmienione za: Moskal-del Hoyo 2021. Rys. A. Sojka

dominujących na omawianych obszarach poprzez, m.in. określenie składu taksonomicznego i stopnia zwarcia drzewostanów, może rzucić nowe światło na zrozumienie preferencji środowiskowych odpowiednich do prowadzenia działalności gospodarczej i tym samym osadniczej. Informacje te pozwalają również na zarysowanie strategii eksploatacji przez człowieka najbliższego otoczenia osad, co może wpłynąć na uzupełnienie wiedzy na temat przyrodniczych uwarunkowań pojawienia się stałego osadnictwa na obszarach lessowych. Ważnym problemem badawczym było również określenie oddziaływań społeczności na zastane zbiorowiska leśne oraz odpowiedź na pytanie, czy gospodarcza działalność pierwszych rolników wpływała w istotny sposób na lokalne środowisko. Podsumowując, celem analizy węgla drzewnych datowanych na fazę atlantycką holocenu było odtworzenie lasów rozwijających się na obszarach lessowych, zanim ważną rolę lasotwórczą uzyskały późno migrujące drzewa: buk zwyczajny, grab pospolity i jodła pospolita.

Ponieważ z tych samych stanowisk archeologicznych lub mikroregionów, z których uzyskano zespoły neolitycznych węgla drzewnych, pochodziły również młodsze zbiory tego typu szczątków, rozszerzono zakres chronologiczny prac o stanowiska archeologiczne datowane na II tysiąclecie p.n.e. Jest to okres przypadający na początek istotnych przemian w drzewostanach, jakie wystąpiły w wyniku pojawienia się wyżej wymienionych drzew (Ralska-Jasiewiczowa i in. 2004).

Na podstawie danych antrakologicznych pochodzących z obszarów lessowych południowej Polski zaobserwowano (Moskal-del Hoyo 2021), że występują różnice w uzyskanych spektrach antrakologicznych pochodzących ze wszystkich stanowisk archeologicznych pomiędzy obszarami wyżyn lessowych (wraz z Przedgórzem Karpackim) i Pogórzem Karpackim. Głównym taksonem neolitycznych zespołów węgla drzewnych z wyżyn lessowych i z Przedgórza Karpackiego był dąb, któremu towarzyszyły najczęściej szczątki sosny i brzozy.

Można to zilustrować na przykładzie danych ze stanowiska nr 3 w Miechowie (ryc. 12). Dane te sugerują, że w pasie lessowym wykształciły się przede wszystkim lasy dębowe o małym zwarcu, przypominające współczesne zbiorowiska ciepłolubnej dąbrowy świetlistej i/lub wielogatunkowe lasy liściaste zbliżone do grądów, choć zasadniczo bez grabu (z racji jego późniejszej migracji). Duży udział sosny wskazuje, że lokalnie mogły też rozwijać się bory mieszane sosnowo-dębowe. Na Pogórzu Karpackim zespoły neolitycznych węgla drzewnych charakteryzowały się dominacją dębu, ale z dużym udziałem jesionu, leszczyny (*Corylus avellana*), klonu i jabłkowych (Maloideae), co obrazują wyniki ze stanowiska nr 2 w Gwoźdźcu (ryc. 12). Dane te wskazują na rozwój wielogatunkowych lasów liściastych, w tym lasów dębowo-leszczynowych oraz zbiorowisk okrajkowych. Zwiększony udział węgla drzewnych *C. avellana* i Maloideae w późnej fazie kultury ceramiki wstęgowej rytej może sugerować wzrost udziału tych drzew i krzewów owocowych w wyniku działalności człowieka.

Obecność luźnych lasów z przewagą dębu prawdopodobnie przyczyniła się do przetrwania roślinności o charakterze stepowym. Być może w obrębie tego typu lasów istniały lokalnie płaty otwartego krajobrazu. Można założyć, że widne lasy dębowe wyróżniały się na tle innych wielogatunkowych lasów liściastych o większym zwarcu, gdyż przypominały one lasostep znany z ziem, z których się wywodzili (Magyari i in. 2010; Moskal-del Hoyo i in. 2018a). Można również postawić hipotezę, że wspomnianego typu krajobraz ze względu na podobieństwo roślinności i warunków siedliskowych związanych z podłożem lessowym i żyznymi glebami, głównie czarnoziemami, mógł być szczególnie preferowany przez pierwszych rolników. W konsekwencji uzyskanych rezultatów stara „teoria stepowa” sformułowana przez Gradmanna (1933) ponownie zaczyna być brana pod uwagę w zrozumieniu rozprzestrzeniania się najstarszego osadnictwa neolitycznego w Europie środkowej (Pokorný i in. 2015).

Uzyskane dane antrakologiczne posłużyły do wnioskowania, że lasy, w których dęby były głównymi drzewami, mogły stanowić jeden z podstawowych typów drzewostanów rozwijających się w fazie atlantyckiej na obszarach lessowych. Uważa się, że lasy dębowe fazy atlantyckiej, jak również lasy liściaste przypominające wielogatunkowe zbiorowiska w typie grądów, nie mają

bezpośredniej analogii w dzisiejszych zbiorowiskach. Podstawowym powodem jest brak występowania grabu w fazie atlantyckiej oraz nieporównywalny z czasami współczesnymi wpływ dużych roślinożerców na kształtowanie lasów (Vera 2000; Kreuz 2008; Jamrichová i in. 2012).

Głównymi taksonami zespołów węgla drzewnych uzyskanych ze stanowisk datowanych na epokę brązu z wyżyn lessowych (ryc. 12) i Przedgórza Karpackiego były nadal dąb, sosna i brzoza. Późnoholoceńscy migranci, tj. grab pospolity, buk zwyczajny i jodła pospolita, pojawiają się w materiałach z początku epoki brązu, niemniej jednak we wczesnych etapach rozprzestrzeniania się zyskują większy udział jedynie na stanowiskach karpackich, co obrazuje stanowisko w Janowicach (ryc. 12) i tych położonych na prawobrzeżu Wisły. Dane te potwierdzają południową migrację wspomnianych drzew, zaobserwowaną wcześniej na podstawie danych palinologicznych (Moskal-del Hoyo 2021).

PODSUMOWANIE

Celem podejmowanych badań archeobotanicznych jest poznanie flory związanej z funkcjonowaniem danego typu stanowiska (np. obozowisko, osada stała i cmentarzysko) i rozpoznanie interakcji człowiek – roślina – środowisko, do której doszło w odpowiednim okresie chronologicznym. Uzyskane wyniki zależą w dużym stopniu od pozyskanego materiału roślinnego, na który z kolei ma wpływ wiele czynników, począwszy od funkcji i chronologii stanowiska, możliwego sposobu zachowania szczątków roślinnych, a skończywszy na strategii przyjętej przy pobieraniu prób archeobotanicznych. Niniejszy tekst nie wyczerpał oczywiście zagadnień związanych z analizami archeobotanicznymi i pominął wiele aspektów badań, zwłaszcza opartych na nowoczesnych technikach (np. badania skrobi, fitolitów, śladów po gotowanym, pieczonym lub fermentowanym jedzeniu oraz wykorzystywanie analiz izotopowych czy molekularnych). Praca ta miała na celu przede wszystkim zwrócić uwagę na ogromne zróżnicowanie materiałów roślinnych, które można spotkać na różnych typach stanowisk archeologicznych i które najczęściej nie są widoczne „gołym okiem”. Dopiero ich badania mikroskopowe odkrywają nowe obszary uzupełniające wiedzę na temat gospodarki i środowiska w przeszłości.

LITERATURA

- Antolin, F., Steiner, B.L., Jacomet, S. 2017. The bigger the better? On sample volume and the representativeness of archaeobotanical data in waterlogged deposits. *Journal of Archaeological Science: Reports* 12: 323–333.
- Asouti, E., Austin, P. 2005. Reconstructing Woodland Vegetation and its Exploitation by Past Societies, based on the Analysis and Interpretation of Archaeological Wood Charcoal Macro-Remains. *Environmental Archaeology* 10: 1–18.
- Asouti, E., Baird, D., Kabukcu, C., Swinson, K., Martin, L., García-Suárez, A., Jenkins, E., Rasheed, K. 2020. *The Zagros Epipalaeolithic revisited: new excavations and 14C dates from Palegawra cave in Iraqi Kurdistan*. *PLoS One* 15(9): 1–99.
- Asouti, E., Ntinou, M., Kabukcu, C. 2018. *The impact of environmental change on Palaeolithic and Mesolithic plant use and the transition to agriculture at Franchthi Cave, Greece*. *PLoS One* 13(11): 1–38.
- Ayerdi, M., Echazarreta-Gallego, M., de Francisco-Rodriguez, F., Hernández, H. H., Sarasketa-Gartzia, I. 2016. Acorn cake during the Holocene: experimental reconstruction of its preparation in the western Pyrenees, Iberia. *Vegetation History and Archaeobotany* 25: 443–457.
- Badal García, E. 1992. Lanthracologie préhistorique: à propos de certains problèmes méthodologiques. *Bulletin de la Société Botanique de France. Actualités Botaniques* 139: 167–189.
- Badal, E., Bernabeu, J., Vernet, J.L. 1994. Vegetation changes and human action from the Neolithic to the Bronze Age (7000–4000 B.P.) in Alicante, Spain, based on charcoal analysis. *Vegetation History and Archaeobotany* 3(3): 155–166.
- Badura, M. 2000. Środowisko przyrodnicze i użytkowanie roślin – badania archeobotaniczne średniowiecznego Kołobrzegu, (w:) L. Leciejewicz, M. Rębkowski (red.), *Salsa Cholbergiensis. Kołobrzeg w średniowieczu*. Kołobrzeg, 197–204.
- Badura, M. 2011. *Rośliny użytkowe w historycznym Gdańsku – studium archeobotaniczne*. Gdańsk.
- Badura, M. 2016. Materiał roślinny, (w:) B. Wywrot-Wyszkowska, M. Dworaczyk, M. Rębkowski (red.), *Archeologia średniowiecznego Kołobrzegu* 6. Kołobrzeg, 257–267.
- Badura, M., Latałowa, M., Jarosińska, J., Święta, J. 2004. Rośliny użytkowe w średniowiecznych i nowożytnych materiałach archeobotanicznych z miast północnej Polski (Kołobrzeg, Gdańsk, Elbląg), (w:) R. Czaja, G. Nawrońska, M. Rębkowski, J. Tandecki (red.), *Archeologia et Historia Urbana*. Elbląg, 277–286.
- Badura, M., Noryśkiewicz, A. M. 2020. Wyspy jeziorne jako element wczesnośredniowiecznej struktury osadniczej w świetle danych archeobotanicznych, (w:) W. Chudziak, R. Kaźmierczak (red.), *Człowiek na Pograniczu. Na peryferiach Civitas Schinesghe*. T I: 2. Ziemia Lubuska. Toruń, 107–143.
- Beal, F.C., Blankenhorn, P.R., Moore, G.R. 1974. Carbonized Wood – Physical Properties and Use as An SEM Preparation. *Wood Science* 6: 212–219.
- Behre, K.-E. 2008. Collected seeds and fruits from herbs as prehistoric food. *Vegetation History and Archaeobotany* 17: 65–73.
- Bernabeu, J., Badal, E. 1992. A view of the vegetation and economic exploitation of the forest in the Late Neolithic site of Les Jovades and Niuët (Alicante, Spain). *Bulletin de la Société botanique de France* 139: *Actualités Botaniques* (2/3/4): 697–714.
- Bielenin, K. 1993. *Starożytne górnictwo i hutnictwo żelaza w Górach Świętokrzyskich*. Kielce.
- Bieniek, A. 2003. Trawy o małych ziarniakach z wczesnoneolitycznych stanowisk na Kujawach, (w:) E. Zastwiniak (red.), *Paleobotanika na przełomie wieków*. *Botanical Guidebooks* 26, 249–266.
- Bieniek, A. 2005. „Nowy” typ pszenicy oplewionej w materiałach archeobotanicznych, (w:) K. Wasylkowa, M. Lityńska-Zajac, A. Bieniek (red.), *Roslinne ślady człowieka*. *Botanical Guidebooks* 28, 265–280.
- Bieniek, A. 2007. Neolithic plant husbandry in the Kujawy region of central Poland, (w:) S. Colledge, J. Conolly (red.), *The Origins and Spread of Domestic Plants in Southwest Asia and Europe*. Routledge, 327–342.
- Bieniek, A., Lityńska-Zajac, M. 2001. New finds of *Malus sylvestris* Mill. (wild apple) from Neolithic sites in Poland. *Vegetation History and Archaeobotany* 10: 105–106.
- Bogaard, A. 2004. *Neolithic Farming in Central Europe*. London.
- Bogaard, A., Jones, G., Charles, M., Hodgson, J.G. 2001. On the archaeobotanical inference of crop sowing time using the FIBS method. *Journal of Archaeological Science* 28: 1171–1183.
- Burchardówna, H. 1953. Rośliny uprawne w pradziejach Polski. *Przegląd Archeologiczny* 11(2/3): 153–176.
- Cappers, R.T.J., Bekker, R.M., Jans, J.E.A., 2006. *Digital Seed Atlas of the Netherlands*. Groningen Archaeological Studies. Barkhuis.
- Cappers, R.T.J., Neef, R., 2012. *Handbook of plant paleoecology*. Groningen.
- Cappers, R.T.J., Neef, R., Bekker, R.M., 2009. *Digital Atlas of Economic Plants*. parts 1, 2a, 2b. Groningen Archaeological Studies. Barkhuis.
- Ceynowa-Gieldon, M. 2001. *Stipa joannis Čelek*. Ostnica Jana, (w:) R. Kaźmierczakowa, K. Zarzycki, (red.), *Polska czerwona księga roślin. Paprotniki i rośliny kwiatowe*. Kraków, 461–463.
- Carrión Marco, Y. 2005. *La vegetación mediterránea y atlántica de la Península Ibérica. Nuevas secuencias antracológicas*, S.I.P. Serie de Trabajos Varios, 104. Valencia.
- Chabal, L. 1988. Pourquoi et comment prélever les charbons de bois pour la période antique, les méthodes utilisées sur le site de Lattes (Hérault). *Lattara* 1, 187–222.

- Chabal, L. 1990. l'étude paléocécologique de sites protohistoriques à partir de charbons de bois: la question de l'unité de mesure. Dénombrements de fragments ou pesées?, (w:) T. Hackens, A.V. Munaut, Cl. Till (red.), *Wood and Archaeology. First European Conference, Louvain-la-Neuve, October 2nd-3rd 1987. Pact* 22: III.5, 189–205.
- Chabal, L. 1997. *Forêts et sociétés en Languedoc (Néolithique final, Antiquité tardive). L'anthracologie, méthode et paléocécologie*. Documents d'Archéologie Française 63. Paris.
- Chabal, L., Fabre L., Terral, J.-F., Théry-Pariset, I. 1999. L'Anthracologie, (w:) A. Ferdière, Ch. Bourquin-Mignot, J.-E. Brochier, L. Chabal, S. Crozat, L. Fabre, J.-F. Terral, I. Théry-Pariset (red.), *La Botanique*. Collection "Archéologiques". Paris, 43–104.
- Colledge, S., Conolly, J. 2014. Wild plant use in European Neolithic subsistence economies: a formal assessment of preservation bias in archaeobotanical assemblages and the implications for understanding changes in plant diet breadth. *Quaternary Sciences Reviews* 101: 193–206.
- Coward, F., Shennan, S., Colledge, S., Conolly, J., Collard, M. 2008. The spread of Neolithic plant economies from the Near East to northwest Europe: a phylogenetic analysis. *Journal of Archaeological Science* 35: 42–56.
- Cywa, K. 2018a. Trees and shrubs used in medieval Poland for making everyday objects. *Vegetation History and Archaeobotany* 27(1): 111–136.
- Cywa, K. 2018b. *Uwarunkowania doboru surowca drzewnego w polskich grodach i ośrodkach wczesnomiejskich w średniowieczu – analiza ksylologiczna przedmiotów użytkowych*. Rozprawa doktorska. Instytut Botaniki im. W. Szafera PAN, Kraków.
- Cywa, K., Wacnik, A. 2020. First representative xylological data on the exploitation of wood by early medieval woodcrafters in the Polesia region, southwestern Belarus. *Journal of Archaeological Science: Reports* 30: 102252.
- Cywa K., Wacnik, A., Lityńska-Zajac, M. 2018. Factors of selection and quality of wood used for woodcraft in medieval Polish strongholds and early urban centres. *Acta Palaeobotanica* 58(2): 231–287.
- Czajkowska, B.I., Bogaard, A., Charles, M., Jones, G., Kohler-Schneider, M., Mueller-Bieniek, A., Brown, T.A. 2020. Ancient DNA typing indicates that the "new" glume wheat of early Eurasian agriculture is a cultivated member of the *Triticum timopheevii* group. *Journal of Archaeological Science* 123: 105258.
- Czekaj-Zastawny, A. 2017. The first farmers from the south – Linear Pottery culture, (w:) P. Urbańczyk (red.), *The past societies. Polish lands from the first evidence of human presence to the Early Middle Ages 2: 5500-2000 BC*. Warsaw.
- Czekaj-Zastawny, A., Rauba-Bukowska, A., Kukułka, A. (red.) 2021. *Najstarsza osada kultury ceramiki wstęgowej rytej z terenu Polski. Gwoździec stan. 2, gm. Zakliczyn* [The earliest settlement of the Linear Pottery Culture from the territory of Poland. Gwoździec site 2, com. Zakliczyn]. Kraków.
- Czekaj-Zastawny, A., Rauba-Bukowska, A., Kukułka, A., Kufel-Diakowska, B., Lityńska-Zajac, M., Moskal-del Hoyo, M., Wilczyński, J. 2020. The earliest farming communities north of the Carpathians: The settlement at Gwoździec site 2. *PLoS One* 5(1): e0227008.
- Dembińska, M. 1967. Udział zbieractwa w średniowiecznej konsumpcji zbożowej. *Studia z Dziejów Gospodarstwa Wiejskiego* 9: 83–104.
- Dunne, J., Jórdeczka, M., Chłodnicki, M., Hardy, K., Kubiak-Martens, L., Moskal-del Hoyo, M., Osypińska, M., Portillo, M., Sobkowiak-Tabaka, I., Delgado-Raack, S., Bobrowski, P., Breeze, P.S., Drake, N., Manning, K., Evershed, R.P. 2021. Holocene resource exploitation along the Nile: diet and subsistence strategies of Mesolithic and Neolithic societies at Khor Shambat 1, Sudan. *Antiquity* 95(384): 1426–1445.
- Dybova-Jachowicz, S., Sadowska, A. 2003. *Palinologia*. Kraków.
- Dzieduszycki, W. 1976. Wykorzystywanie surowca drzewnego we wczesnośredniowiecznej i średniowiecznej Kruszwicy. *Kwartalnik Historii Kultury Materialnej* 24(1): 35–54.
- Figueiral, I. 1992. Méthodes en anthracologie: étude des sites du Bronze final et de l'âge du Fer du nord-ouest du Portugal. *Bulletin de la Société botanique de France, Actualités Botaniques* 139: 191–204.
- Filipović, D., Meadows, J., Corso, M.D., Kirleis, W., Alsleben, A., Akeret, Ö., Bittmann, F., Bosi, G., Ciută, B., Dreslerová, D., Effenberger, H., Gyulai, F., Heiss, A.G., Hellmund, M., Jahns, S., Jakobsch, T., Kapcia, M., Kloß, S., Kohler-Schneider, M., Kroll, H., Makarowicz, P., Marinova, E., Märkle, T., Medović, A., Mercuri, A.M., Mueller-Bieniek, A., Nisbet, R., Pashkevich, G., Perego, R., Pokorný, P., Pospieszny, Ł., Przybyła, M., Reed, K., Rennwanz, J., Stika, H.-P., Stobbe, A., Tolar, T., Wasylukowa, K., Wiethold, J., Zerl, T. 2020. New AMS ¹⁴C dates track the arrival and spread of broom-corn millet cultivation and agricultural change in prehistoric Europe. *Scientific Reports* 10: 13698.
- Gale, R., Cutler, D. 2000. *Plants in archaeology: identification manual of vegetative plant materials used in Europe and the Southern Mediterranean to c.1500*. Kew.
- Gizbert, W. 1960. Studium porównawcze nad ziarnami żyta kopalnego (neolit, późny okres rzymski i wczesne średniowiecze). *Archeologia Polski* 5: 81–90.
- Gizbert, W., Żaki, A. 1954. Odkrycie rośliny „Sorgo” w warstwie wczesnośredniowiecznej w Krakowie na Wawelu. *Wiadomości Archeologiczne* 20(4): 397–497.
- Gluza, I. 1977. Remains of the Genus *Bromus* from a Neolithic Site in Krakow. *Acta Palaeobotanica* 18(2): 17–34.
- Gluza, I. 1984. Neolithic cereals and weeds from the locality of the Lengyel Culture at Nowa Huta-Mogiła near Cracow. *Acta Palaeobotanica* 23(2): 123–184.
- Gluza, I., Tomczyńska, Z., Wasylukowa, K. 1988. Uwagi o użytkowaniu drewna w neolicie na podstawie analizy węgli

- drzewnych ze stanowisk archeologicznych w Krakowie-Nowej Hucie. *Materiały Archeologiczne Nowej Huty* 12: 7–25.
- Gradmann, R. 1933. Die Steppenheidetheorie. *Geographische Zeitschrift* 39(5): 265–278.
- Greguss, P. 1955. Xylotomische Bestimmung der heute lebenden Gymnospermen. *Académiai Kiadó*, Budapest.
- Greguss, P. 1959. Holtzanatomie der europäischen Lauhölzer und stauncher. Budapest.
- Harkness, D.D. 1975. The Role of the Archaeologist in C-14 Age Measurement, (w:) T. Watkins (red.), *Radiocarbon: Calibration and Prehistory*. Edinburgh, 128–135.
- Helbæk, H. 1959. Die Paläoethnobotanik des Nohen Ostens und Europas. *Opuscula Ethnological Memoriae Ludovici Biro Sacra*. Budapest, 265–289.
- Hillman, G.C., Hedges, R., Moore, A., Colledge, S., Pettitt, P. 2001. New evidence of Late Glacial cereal cultivation at Abu Hureyra on the Euphrates. *The Holocene* 11(4): 383–393.
- Heinz C., Thiébaud, S. 1998. Characterization and palaeoecological significance of archaeological assemblages during Late and Post-Glacial phases in Southern France. *Quaternary Research* 50: 56–68.
- Jacomet, S. 2006. *Identification of cereal remains from archaeological sites*. Basel University.
- Jacomet, S., Schlichtherle, H. 1984. Der kleine Pfahlbauweizen Oswald Heer's – Neue Untersuchungen zur Morphologie neolithischer Nacktweizen-Ähren, (w:) W. van Zeist i W.A. Casparie (red.), *Plants and Ancient Man. Proceedings of the sixth symposium of the international work group for palaeoethnobotany 1983 in Groningen*. Rotterdam, 153–176.
- Jamrichová, E., Szabó P., Hédl, R., Kunes, P., Bobek, P., Pelánková, B. 2012. Continuity and change in the vegetation of a Central European oakwood. *The Holocene* 23: 46–56.
- Jaroń, B. 1938. Szczątki roślinne z wczesnego okresu żelaznego w Biskupinie, Wielkopolska, (w:) J. Kostrzewski (red.), *Gród prasłowiański w Biskupinie w pow. żnińskim. Sprawozdanie z badań w latach 1936 i 1937 z uwzględnieniem wyników z lat 1934–1935*. Poznań, 104–132.
- Jaroń, B. 1939. Średniowieczne szczątki roślinne z wykopalisk w Gnieźnie, (w:) J. Kostrzewski (red.), *Gniezno w zarysie dziejów (od VIII do XIII wieku) w świetle wykopalisk*. Biblioteka Prehistoryczna 4: 273–316.
- Jarosińska, J. 2004. Szczątki roślin dziko rosnących w materiałach archeobotanicznych z Elbląga jako źródło wiedzy na temat warunków przyrodniczych i działań gospodarczych w okresie od XIII do XIV wieku, (w:) R. Czaja, G. Nawrońska, M. Rębkowski, J. Tandecki (red.), *Archeologia et Historia Urbana*. Elbląg, 295–303.
- Jarosińska, M., Nowak, S., Noryśkiewicz, A.M., Badura, M. 2019. Plant Identification and Significance in Funeral Traditions Exemplified by Pillow Filling from a Child Crypt Burial in Byszewo (18th/19th centuries). *Analecta Archaeologica Ressoviensia* 14: 187–196.
- Jedliczka, A. 1965. Wczesnośredniowieczne szczątki roślinne z wykopalisk na placu Wita Stwosza w Krakowie. *Materiały Archeologiczne* 6: 181–182.
- Jones, G.E.M. 1991. Numerical analysis in archaeobotany, (w:) W. van Zeist, K. Wasylikowa, K.-E. Behre, *Progress of the Old World Palaeoethnobotany*. Rotterdam, 63–80.
- Jones, G., Bogaard, A., Charles, M., Hodgson, J.G. 2000. Distinguishing the effects of agricultural practices relating to fertility and disturbance: a functional ecological approach in archaeobotany. *Journal of Archaeological Science* 27: 1073–1084.
- Kabukcu, C. 2018. *Wood charcoal analysis in archaeology*, (w:) E. Pişkin, A. Marciniak, M. Bartkowiak (red.), *Environmental Archaeology. Current Theoretical and Methodological Approaches. Interdisciplinary Contributions to Archaeology*. Davis, 133–154.
- Kabukcu, C., Chabal, L. 2021. *Sampling and quantitative analysis methods in anthracology from archaeological contexts: Achievements and prospects*. *Quaternary International* 593–594: 6–18.
- Kaczanowski, P., Kozłowski, J.K. 1998. *Najdawniejsze dzieje ziem polskich (do VII w.)*. Wielka Historia Polski, tom I. Kraków.
- Kadrow, S. 2005. Próbkowanie i zagadnienie badań reprezentatywnych w archeobotanice, (w:) M. Lityńska-Zajac, K. Wasylikowa (red.), *Przewodnik do badań archeobotanicznych*. Vademecum Geobotanicum. Poznań, 159–166.
- Kadrow, S., Lityńska-Zajac, M. 1994. Analiza materiałów roślinnych ze stanowisk z wczesnej epoki brązu w Iwanowicach, (w:) K. Wasylikowa (red.), *Warsztaty Archeobotaniczne*. Igołomia. Polish Botanical Studies. Guidebook Series 11, 31–54.
- Kapcia, M., Mueller-Bieniek, A. 2019. An insight into Bronze Age subsistence strategy in forested Carpathian foothills, based on plant macro-remains. *Archaeological and Anthropological Sciences* 11: 2879–2895.
- Klichowska, M. 1953. Szczątki roślinne z Gieczy z badań wykopaliskowych w roku 1951. *Z Otchłani Wieków* 22(3): 102–103.
- Klichowska, M. 1956. Szczątki roślinne odkryte na Wawelu w 1954. *Sprawozdania Archeologiczne* 2: 108–111.
- Klichowska, M. 1961. Wczesnośredniowieczne szczątki roślinne odkryte w Wolinie na stanowisku wykopaliskowym 4 w latach 1953–1955. *Materiały Zachodniopomorskie* 7: 457–461.
- Klichowska, M. 1975. *Najstarsze zboża z wykopalisk polskich*. *Archeologia Polski* 20 (1): 83–143.
- Korczyńska, M., Cappenberg, K., Nowak, M., Szwarczewski, P., Moskal-del Hoyo, M. 2019. Multi-methodological approaches to investigate large archaeological sites: The case study of the Eneolithic settlement in Mozgawa,

- western Lesser Poland. *Journal of Archaeological Science: Reports* 27: 101941.
- Koszałka, J. 2000. Makroskopowe znaleziska roślinne z wczesnośredniowiecznych warstw kulturowych i osadów jeziornych w Gnieźnie – rdzeń Gn 22/XIII i Sw 3/91. *Studia Lednickie* 6: 389–416.
- Koszałka, J. 2005a. Badania archeobotaniczne zespołu grodowego na Ostrowie Tumskim w Poznaniu – historia i najnowsze wyniki, (w:) K. Wasylikowa, M. Lityńska-Zajac, A. Bieniek (red.), *Roślinne ślady człowieka*. Kraków, 173–194.
- Koszałka, J. 2005b. Depozyt prosa ze stanowiska Ostrów Tumski 9/10 w Poznaniu. *Poznań we wczesnym średniowieczu* 5. Poznań, 83–90.
- Koszałka, J. 2008. Between stronghold and village. Studies on plant economy of the Early Medieval Poznań, (w:) L. Polaček (red.), *Das wirtschaftliche Hinterland der frühmittelalterlichen Zentren*. Praha, 127–137.
- Kot, M., Krajcarz, M.T., Moskal-del Hoyo, M., Gryczewska, N., Wojenka, M., Pyżewicz, K., Sinet-Mathiot, V., Diakowski, M., Fedorowicz, S., Gąsiorowski, M., Marciszak, A., Lipecki, G., Mackiewicz, G. 2021. Chronostratigraphy of Jerzmanowician. New data from Kozłownia Cave, Poland. *Journal of Archaeological Science: Reports* 38: 103014.
- Kozłowska, A. 1921. O zbożach kopalnych z okresu neolitu w Polsce. *Rozprawy Wydziału Matematyczno-Przyrodniczego Polskiej Akademii Umiejętności (Seria III. Dział B)* 20: 1–20.
- Kreuz, A. 2008. Closed forest or open woodland as natural vegetation in the surroundings of Linearbandkeramik settlements?. *Vegetation History and Archaeobotany* 17: 51–64.
- Kreuz, A., Schäfer, E. 2002. A New Archaeobotanical Database Program. *Vegetation History and Archaeobotany* 11(1-2): 177–80.
- Kruk, J. 1980. *Gospodarka w Polsce południowo-wschodniej w V-III tysiącleciu p.n.e.* Wrocław.
- Kruk, J., Lityńska-Zajac, M., Milisauskas, S. 2016. *Gospodarka roślinna w neolicie. Studium przypadku. (Neolithic plant cultivation at Bronocice)*. Kraków.
- Krukowski, S. 1939–1948. Paleolit, (w:) *Prehistoria ziem polskich*. Encyklopedia Polska PAU (cz. IV). Kraków.
- Krzysik, K. 1957. *Nauka o drewnie*. Warszawa.
- Kulpa, W. 1974. *Nasionoznawstwo chwastów*. Warszawa.
- Kubiak-Martens, L. 1996. Evidence for possible use of plant foods in Palaeolithic and Mesolithic diet from the site of Całowanie in the central part of the Polish Plain. *Vegetation History and Archaeobotany* 5: 33–38.
- Kubiak-Martens, L. 1999. The plant food component of the diet at the Late Mesolithic (Ertebølle) settlement at Tybrind Vig, Denmark. *Vegetation History and Archaeobotany* 8: 117–127.
- Latałowa, M. 1999. Palaeoecological reconstruction of environmental conditions and economy in early medieval Wolin. *Acta Palaeobotanica* 39: 183–271.
- Latałowa, M., Badura, M., Jarosińska, J. 2003. Archaeobotanical samples from non-specific urban contexts as a tool for reconstructing environmental conditions (examples from Elbląg and Kołobrzeg, northern Poland). *Vegetation History and Archaeobotany* 12: 93–104.
- Librado, P., Khan, N., Fages A. i in. 2021. The origins and spread of domestic horses from the Western Eurasia steppes. *Nature* 598: 634–640.
- Lityńska, M. 1986. Nowe znalezisko owoców dzikiej jabłoni *Malus sylvestris* (L.) Mill. z neolitu Polski. *Sprawozdania Archeologiczne* 38: 49–55.
- Lityńska-Zajac, M. 1990. Zboża i chwasty z neolitycznego stanowiska Iwanowice-Klin, woj. Kraków (Cereals and weeds from the Neolithic site of Iwanowice-Klin, voiv. Kraków). *Sprawozdania Archeologiczne* 42: 105–109.
- Lityńska-Zajac, M. 1994. Problem datowania szczątków roślinnych ze stanowisk archeologicznych, (w:) K. Wasylikowa (red.), *Archaeological Workshop*. Igołomia 1990-1993. Polish Botanical Studies. Guidebook Series. 11, 169–174.
- Lityńska-Zajac, M. 1997a. Środowisko i uprawa roślin w czasach pra- i wczesnohistorycznych, (w:) K. Tunia (red.), *Z archeologii Małopolski. Historia i stan badań zachodniomałopolskiej wyżyny lessowej*. Kraków, 459–482.
- Lityńska-Zajac, M. 1997b. Roślinność i gospodarka rolna w okresie rzymskim. Studium archeobotaniczne (Vegetation and agriculture in the Roman Iron Age. An archaeobotanical study). Kraków.
- Lityńska-Zajac, M. 1998. Węgle drzewne z wczesnośredniowiecznych wałów podgrodzi w Stradowie, gm. Czarnocin. *Sprawozdania Archeologiczne* 50: 271–275.
- Lityńska-Zajac, M. 2004. Drewno i węgle drzewne z cmentarzyska kultury łużyckiej w Opatowie, pow. Kłobuck, woj. Śląskie. *Sprawozdania Archeologiczne* 56: 459–464.
- Lityńska-Zajac, M. 2005. *Chwasty w uprawach roślinnych w pradziejach i wczesnym średniowieczu*. Kraków.
- Lityńska-Zajac, M. 2007. Early Neolithic agriculture in south Poland as reconstructed from archaeobotanical plant remains, (w:) S. Colledge, J. Conolly (red.), *The Origins and Spread of Domestic Plants in Southwest Asia and Europe*. Walnut Creek, 315–326.
- Lityńska-Zajac, M. 2008. Usable wild plants in the archaeological record from Poland: selected examples, (w:) Z. Sulgostowska, J. Tomaszewski (red.), *Man – Millennia – Environment. Studies in honour of Romuald Schild*. Warszawa, 107–112.
- Lityńska-Zajac, M. 2018a. Badania botaniczne nad przeszłością – źródła roślinne. *Kwartalnik Historii Kultury Materialnej* 66(2): 189–198.
- Lityńska-Zajac, M. 2018b. A Man and a Plant: Archaeobotany, (w:) E. Piskin, A. Marciniak, M. Bartkowiak (red.),

- Environmental Archaeology: Current Theoretical and Methodological Approaches. Interdisciplinary Contributions to Archaeology*. Davis, 75–110.
- Lityńska-Zajac, M. 2015. Die Holzkohle vom Gräberfeld der Przeworsk-Kultur von Opatów, Fpl. 1, (w:) R. Madyda-Legutko, J. Rodzińska-Nowak, J. Andrzejowski (red.), *Opatów Fpl. 1. Ein Gräberfeld der Przeworsk-Kultur im nordwestlichen Klempolen. Naturwissenschaftliche Analysen*. Monumenta Archaeologica Barbarica XV(4), 107–115.
- Lityńska-Zajac, M., Czekaj-Zastawny, A. 2021. Utilisation of plant materials in houses of the Linear Pottery Culture. A case study of Brzezine. *Journal of Archaeological Science: Reports* 35: 102710.
- Lityńska-Zajac, M., Czekaj-Zastawny, A., Rauba-Bukowska, A. 2017. Utilisation of cultivated and wild plants in the economy of the Linear Pottery culture in the Upper Vistula Basin. *Sprawozdania Archeologiczne* 69: 271–296.
- Lityńska-Zajac, M., Moskal-del Hoyo, M. 2021. *Szczątki roślinne*, (w:) A. Czekaj-Zastawny, A. Rauba-Bukowska, A. Kukułka A. (red.), *Najstarsza osada kultury ceramiki wstęgowej rytej z terenu Polski. Gwoździec stan. 2, gm. Zakliczyn* [The earliest settlement of the Linear Pottery Culture from the territory of Poland. Gwoździec site 2, com. Zakliczyn]. Warszawa.
- Lityńska-Zajac, M., Moskal-del Hoyo, M., Cywa, K. 2014a. Plant remains found in archaeological sites in the Carpathian Foothills – preliminary report (w:) T.L. Kienlin, P. Valde-Nowak, M. Korczyńska, K. Cappenberg, J. Ociepka (red.), *Settlement, Communication and Exchange around the Western Carpathians*. International Workshop at the Institute of Archaeology, Jagiellonian University in Kraków, October 27–28, 2012. Oxford, 207–221.
- Lityńska-Zajac, M., Makowicz-Paliszot, D. 2019. *Gospodarka rolno-hodowlana ludności kultury trzcinieckiej na podstawie źródeł przyrodniczych ze stanowiska G w Słonowicach, gm. Kazimierza Wielka*. Kraków.
- Lityńska-Zajac, M., Moskal-del Hoyo, M., Nowak, M. 2008. Plant Remains from Early Neolithic Settlement at Moravany (Eastern Slovakia). *Vegetation History and Archaeobotany* 17, Supplement 1: 81–92.
- Lityńska-Zajac, M., Wasylukowa, K. 2005. *Przewodnik do badań archeobotanicznych*. Vademecum Geobotanicum. Poznań.
- Lityńska-Zajac, M., Wasylukowa, K., Cywa, K., Madeyska, E., Tomczyńska, Z. 2014b. Badania archeobotaniczne na stanowiskach 10, 11 i 12 w Targowisku, pow. wielicki. Osady i cmentarzysko kultury łużyckiej, (w:) J. Górski (red.), *Kompleks osadniczy kultury łużyckiej w Targowisku, stan. 10-12, pow. wielicki*. Via Archaeologica, Źródła z badań wykopaliskowych na trasie autostrady A4 w Małopolsce. Kraków, 243–276.
- Lityńska-Zajac, M., Wasylukowa, K., Cywa, K., Tomczyńska, Z., Madeyska, M., Koziarska, A., Skawińska-Wieser, K. 2014c. Brzezine, stan. 17, gm. Kłaj. Materiały archeobotaniczne z obiektów kultury ceramiki wstęgowej rytej, (w:) A. Czekaj-Zastawny (red.), *Brzezine 17. Osada kultury ceramiki wstęgowej rytej*. Via Archaeologica. Źródła z badań wykopaliskowych na trasie autostrady A4 w Małopolsce. Kraków, 405–436.
- Ludemann, T. 2010. Past fuel wood exploitation and natural forest vegetation in the Black Forest, the Vosges and neighbouring regions in western Central Europe. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 291(1/2): 154–165.
- Łuczaj, Ł. 2004. *Dzikie rośliny jadalne Polski*. Przewodnik survivalowy. Krosno.
- Maciejewska, K., Miśkowicz, I., Pińska, K., Święta-Musznicka, J., Badura, M. 2020. Przekształcenia lokalnego środowiska przyrodniczego i użytkowanie roślin w późnośredniowiecznym Pucku. *Pomorania Antiqua* 29: 127–154.
- Magyari, E.K., Chapman, J.C., Passmore, D.G., Allen, J.R.M., Huntley, J.P., Huntley, B. 2010. Holocene persistence of wooded steppe in the Great Hungarian Plain. *Journal of Biogeography* 37: 915–935.
- Makohonienko, M., Kara, M., Koszałka, J. 2011. Przyrodnicza historia Gniezna – plemiennego ośrodka kultu i centrum wczesnopiastowskiego państwa polskiego Civitas Schinesge. *Landform Analysis* 16: 39–45.
- Matuszkiewicz, W. 2005. *Zespoły leśne Polski*. Warszawa.
- Matuszkiewicz, J.M. 2008. *Potencjalna roślinność naturalna Polski*. Warszawa.
- Matuszkiewicz, W. 2001. *Przewodnik do oznaczania zbiorowisk roślinnych Polski*, (w:) J.B. Faliński (red. ser.), *Vademecum Geobotanicum* 3. Warszawa.
- Medwecka-Kornaś, A., Kornaś, J., Pawłowski, B., Zarzycki, K. 1972. Przegląd ważniejszych zespołów roślinnych Polski, (w:) W. Szafer, K. Zarzycki (red.), *Szata roślinna Polski*, t. 1. Warszawa, 279–382.
- Miler, A.T., Czerniak, A., Mucha, K. 2009. Profesor Julian Rafalski (1879-1949) twórca największej krajowej ksyloteki. *Studia i Materiały Ośrodka Kultury Leśnej* 8: 59–68.
- Milisauskas, S., Kruk, J. 1989. Economy, Migration, Settlement Organization, and Warfare During the Late Neolithic in Southeastern Poland. *Germania* 67(1), 77–96.
- Mirek, Z., Piękoś-Mirek, H., Zajac, A., Zajac, M. 2002. *Flowering plants and pteridophytes of Poland. A checklist*, (w:) Z. Mirek (red. ser.), *Biodiversity of Poland* 1. Kraków.
- Mnich, B., Mueller-Bieniek, A., Nowak, M., Wilczyński, J., Popuła, S., Szostek, K. 2020. Terrestrial diet in prehistoric human groups from southern Poland based on human, faunal and botanical stable isotope evidence. *Journal of Archaeological Science: Reports* 32: 102382.
- Molski, B. 1968. Gatunki drewna używane w średniowiecznym Szczecinie do wyrobu przedmiotów codziennego użytku. *Archeologia Polski* 13(2), 491–502.
- Moore, P.D., Webb, J.A., Collinson, M.E. 1991. *Pollen Analysis*. Oxford, London.

- Moskal-del Hoyo, M. 2012. The use of wood in funerary pyres: random gathering or special selection of species? Case study of three necropolises from Poland. *Journal of Archaeological Science* 39(11): 3386–3395.
- Moskal-del Hoyo, M. 2013. Mid-Holocene forests from Eastern Hungary: new anthracological data. *Review of Palaeobotany and Palynology*: 193, 71–80.
- Moskal-del Hoyo, M. 2014. Medieval charcoals from the Kokotów site 19 (gm. Wieliczka) – some remarks on the sampling method and interpretation of the anthracological assemblages. *Sprawozdania Archeologiczne* 66: 155–176.
- Moskal-del Hoyo, M. 2016. Composition of Atlantic forest in northern Carpathian foothills, from a charcoal record from a Neolithic domestic site at Żerków (Poland): The relevance of oak and hazel. *Acta Palaeobotanica* 56(1): 91–109.
- Moskal-del Hoyo, M. 2021. Open canopy forests of the loess regions of southern Poland: A review based on wood charcoal assemblages from Neolithic and Bronze Age archaeological sites. *Quaternary International* 593–594: 204–223.
- Moskal-del Hoyo, M., Badal, E. 2009. Botanical analysis of an organic matter object found in the urn grave 1395 from the Opatów necropolis (Kłobuck, Silesia). Analiza botaniczna fragmentów organicznych znalezionych w grobie ciałopalnym 1395 na cmentarzysku w Opatowie, pow. Kłobuck, woj. śląskie. *Sprawozdania Archeologiczne* 61: 243–252.
- Moskal-del Hoyo, M., Kozłowski, J.K. 2009. Botanical identification of wood charcoal remains and radiocarbon dating – new examples of the importance of taxonomical identifications prior to ^{14}C dating. Oznaczenie węgla drzewnych a pomiar wieku metodą ^{14}C – nowe przykłady przydatności oznaczeń taksonomicznych. *Sprawozdania Archeologiczne* 61: 253–271.
- Moskal-del Hoyo, M., Lityńska-Zajac, M., Korczyńska, M., Cywa, K., Kienlin, T.L., Cappenberg, K. 2015. Plants and environment: results of archaeobotanical research of the Bronze Age settlements in the Carpathian Foothills in Poland. *Journal of Archaeological Science* 53: 426–444.
- Moskal-del Hoyo, M., Lityńska-Zajac, M., Raczky, P., Anders, A., Magyari, E.K. 2018a. Character of the Atlantic oak woods of the Great Hungarian Plain. *Quaternary International* 463, 337–351.
- Moskal-del Hoyo, M., Mueller-Bieniek, A., Alexandrowicz, W.P., Wilczyński, J., Wędzicha, S., Kapcia, M., Przybyła, M.M. 2017a. The continuous persistence of open oak forests in the Miechów Upland (Poland) in the second half of the Holocene. *Quaternary International* 458: 14–27.
- Moskal-del Hoyo, M., Rauba-Bukowska, A., Lityńska-Zajac, M., Mueller-Bieniek, A., Czekaj-Zastawny, A. 2017b. Plant materials used as temper in the oldest Neolithic pottery from south-eastern Poland. *Vegetation History and Archaeobotany* 26: 329–244.
- Moskal-del Hoyo, M., Wachowiak, M., Blanchette, R.A. 2010. Preservation of fungi in archaeological charcoal. *Journal of Archaeological Science* 37(9), 2106–2116.
- Moskal-del Hoyo, M., Wacnik, A., Alexandrowicz, W.P., Stachowicz-Rybka, R., Wilczyński, J., Wędzicha, S., Szwarczewski, P., Korczyńska, M., Cappenberg, K., Nowak, M. 2018b. Open country species persisted in loess regions during the Atlantic and early Subboreal phases: new multidisciplinary data from southern Poland. *Review of Palaeobotany and Palynology* 253: 49–69.
- Mueller-Bieniek, A. 2012. *Rośliny w życiu codziennym mieszkańców średniowiecznego Krakowa*. Kraków.
- Mueller-Bieniek, A., Bogucki, P., Pyzel, J., Kapcia, M., Moskal-del Hoyo, M., Nalepka, D. 2019a. The role of *Chenopodium* in the subsistence economy of pioneer agriculturalists on the northern frontier of the Linear Pottery culture in Kuyavia, central Poland. *Journal of Archaeological Science* 111: 105027.
- Mueller-Bieniek, A., Nowak, M., Styring, A., Lityńska-Zajac, M., Moskal-del Hoyo, M., Sojka, A., Paszko, B., Tunia, K., Bogaard, A. 2019b. Spatial and temporal patterns in Neolithic and Bronze Age agriculture in Poland based on the stable carbon and nitrogen isotopic composition of cereal grains. *Journal of Archaeological Science: Reports* 27: 101993.
- Mueller-Bieniek, A., Woch, M. W. 2012. Właściwości użytkowe i ekologiczne oraz kody roślin znalezionych w warstwach archeologicznych średniowiecznego Krakowa, (w:) Mueller-Bieniek A. (red.), *Rośliny w życiu codziennym średniowiecznego Krakowa*. Kraków, 167–184.
- Mueller-Bieniek, A., Moskal-del Hoyo, M., Kapcia, M., Korczyńska, M., Nowak, M. w druku. Plant macroremains from a large Eneolithic site in S Poland – internal diversification and possible status of the settlers.
- Nalepka, D., Walanus, A., 2003. Data processing in pollen analysis. *Acta Palaeobotanica* 43(1): 125–134.
- Nesbitt, M., Samuel, D. 1996. From staple crop to extinction? The archaeology and history of the hulled wheats, (w:) S. Padulosi, K. Hammer, J. Heller (red.), *Hulled wheats*. Proceedings of the First International Workshop on Hulled Wheats, 21–22 July 1995, Castelvechio Pascoli, Tuscany, Italy. Rome, 41–100.
- Novák, J., Kočárová, R., Kočár, P., Abraham, V. 2021. Long-term history of woodland under human impact, archaeoanthracological synthesis for lowlands in Czech Republic. *Quaternary International* 593–594: 195–203.
- Nowak, M., Korczyńska, M., Cappenberg, K., Ociepka, J., Moskal-del Hoyo, M. 2019. Czy w małopolskich ugrupowaniach kultury pucharów lejkowatych funkcjonowały duże osady?, (w:) M. Szmyt, P. Chachlikowski, J. Czebreszuk, M. Ignaczak, P. Makarowicz (red.), *VIR BIMARIS. Od kujawskiego matecznika do stepów nadczarnomorskich. Studia z dziejów międzymorza bałtycko-pontyjskiego*

- ofiarowane Profesorowi Aleksandrowi Koško. Seria Archaeologia Bimaris. Poznań, 384–398.
- Nowak, M., Lityńska-Zajac, M., Moskal-del Hoyo, M., Mueller-Bieniek, A., Kapcia, M., Kotynia, K. 2020. Plants of the Funnel Beaker culture in Poland. *Sprawozdania Archeologiczne* 72(1): 87–114.
- Nowak, M., Moskal-del Hoyo, M., Mueller-Bieniek, A., Lityńska-Zajac, M., Kotynia, K. 2017. Benefits and weaknesses of radiocarbon dating of plant material as reflected by Neolithic archaeological sites from Poland, Slovakia and Hungary. *Geochronometria* 44: 188–201.
- Ntinou, M. 2002. La Paleovegetación en el Norte de Grecia desde el Tardiglaciario hasta el Atlántico. Formaciones Vegetales, Recursos y Usos. *BAR IS*, 1083, Oxford.
- Oeggl, K. 2009. The significance of the Tyrolean Iceman for the Archaeobotany for Central Europe. *Vegetation History and Archaeobotany* 19: 1–11.
- Ostrowska, E. 1962. Drewniane budownictwo i obróbka drewna we wczesnośredniowiecznym Wrocławiu. *Etnografia Polska* 6: 302–319.
- Pawlikowa, B. 1965. Drewna i węgle drzewne z warstw wczesnośredniowiecznych na Rynku Głównym w Krakowie. *Materiały Archeologiczne* 6: 183–190.
- Pawlikowa, B. 1969. Wczesnośredniowieczne węgle drzewne z badań archeologicznych w wykopie III i IV na skarpie w Krakowie. *Materiały Archeologiczne* 10: 191–194.
- Pearsall, D.M. 2015. *Palaeoethnobotany: a handbook of procedures* (third edition). London-New York.
- Pilcher, J.R. 1991. Radiocarbon Dating, (w:) P.L. Smart, P.D. Frances (red.), *Quaternary Dating Methods – a User's Guide*. Cambridge, 16–36.
- Pińska, K., Badura, M. 2017. Warunki przyrodnicze i dieta roślinna mieszkańców Pucka w późnym średniowieczu, (w:) M. Starski (red.), *Puck – kultura materialna małego miasta w późnym średniowieczu*. Warszawa, 431–450.
- Pirożnikow, E., Szymański, W. M. 2005. The role of wild plants in nutrition of inhabitants of the settlement of the roman time and great migration period at Paprotki Kolonia site 41 in the Great Mazurian Lakeland. *Sprawozdania Archeologiczne* 57: 525–553.
- Pluskowski, A., Badura, M., Jarzembowski, M. 2019. Exploiting plants: macrobotanical remains from Prussia, (w:) A. Pluskowski (red.), *Environment, colonization and the Baltic Crusader states*. Terra Sacra I. Turnhout, 377–403.
- Podbielkowski, Z. 1985. *Słownik roślin użytkowych*. Warszawa.
- Pokorná, A., Dreslerová, D., Křivánková, D. 2011. Archaeobotanical Database of the Czech Republic, an Interim Report. *Interdisciplinaria Archaeologica Natural Sciences in Archaeology* 2(1): 49–53.
- Pokorný, P., Chytrý, M., Juříčková, L., Sádlo, J., Novák, J., Ložek, V. 2015. Mid-Holocene bottleneck for central European dry grasslands: Did steppe survive the forest optimum in northern Bohemia, Czech Republic? *The Holocene* 25(4): 716–726.
- Pydyn, A., Rembisz, A. 2010. *Osadnictwo ludności łężyckich pól popielnicowych w strefie brzegowej Jeziora Powidzkiego*, (w:) A. Pydyn (red.), *Archeologia Jeziora Powidzkiego*. Toruń, 97–128.
- Ralska-Jasiewiczowa, M. 1989. *The Uplands*. *Acta Palaeobotanica* 29 (2): 43–44.
- Ralska-Jasiewiczowa, M., Latałowa, M. 1996. Poland, (w:) B.E. Berglund, H.J.K. Birks, M. Ralska-Jasiewiczowa, H.E. Wright (red.), *Palaeoecological events during the last 15 000 years. Regional Synthesis of Palaeoecological Studies of Lakes and Mires in Europe*. Chichester-New York, 403–472.
- Ralska-Jasiewiczowa, M., Latałowa, M., Wasylkowa, K., Tobolski, K., Madeyska, E., Wright, Jr. H.E., Turner, Ch. (red.), 2004. *Late Glacial and Holocene history of vegetation in Poland based on isopollen maps*. Kraków.
- Reymanówna, M. 1960. Węgle drzewne z palenisk paleolitycznych w Górze Puławskiej. *Biuletyn Państwowego Instytutu Geologicznego* 150, 139–146.
- Rutkiewicz, P., Malik, I., Wistuba, M., Sady, A., 2017. Charcoal kilns as a source of data on the past iron industry (an example from the River Czarna valley, Central Poland). *Environmental & Socio-economic Studies* 5(3): 12–22.
- Sady, A. 2018. *Wyniki analizy botanicznej materiałów roślinnych z Wrocławia*. Maszynopis, niepublikowane.
- Sady-Bugajska, A. 2020. Wyniki analizy mchu użytego do uszczelnienia konstrukcji drewnianych na terenie stanowiska Lublin-Zamek, (w:) M. Stasiak-Cyran (red.), *Relikty średniowiecznej drewnianej zabudowy wzgórz zamkowego w Lublinie – badania interdyscyplinarne i konserwacja*. Lublin, 95–99.
- Salavert, A., Bosquet, D., Damblon, F. 2014. *Natural woodland composition and vegetation dynamic during the Linearbandkeramik in north-western Europe (central Belgium, 5200–5000 BC)*. *Journal of Archaeological Science* 51: 84–93.
- Schiffer, M.B. 1996. *Formation processes of the Archaeological Record*. Salt Lake City.
- Schoch, W., Heller, I., Schweingruber, F.H., Kienast, F. 2004. *Wood anatomy of central European Species*. Online version: www.woodanatomy.ch.
- Schweingruber, F.H. 1990a. *Mikroskopische Holzanatomie*, Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft. Birmensdorf.
- Schweingruber, F.H. 1990b. *Anatomie Europäischer Hölzer*. Bern-Stuttgart.
- Schweingruber, F.H., Börner, A., Schulze, E.-D. 2006. *Atlas of Woody Plant Stems. Evolution, Structure, and Environmental Modifications*. Berlin-Heidelberg.
- Seidl, O. 1936a. Węgle drzewne i drewna z kilku przedhistorycznych stanowisk małopolski wschodniej. *Wiadomości Archeologiczne* 14: 96–105.

- Seidl, O. 1936b. Przedhistoryczne węgle i owocki *Lithospermum* z kopca wschodniego w Rosiejowie w pow. Pińczowskim. *Wiadomości Archeologiczne* XIV, 106–115.
- Shackleton, C.M., Prins, F. 1992. Charcoal Analysis and the “Principle of Least Effort” — Conceptual Model. *Journal of Archaeological Science* 19: 631–637.
- Sławiński, W., Gierasimow, M., Kościak, A. 1958. Szczątki roślinne z kurhanów z okresu rzymskiego odkryte na Suwalszczyźnie. *Wiadomości Archeologiczne* 25: 145–148.
- Stępnik, T. 2001. Skład taksonomiczny prób drewna i węgli drzewnych z Kowalewka, stan. 12, gm. Oborniki, (w:) T. Skorupka (red.), *Kowalewko 12. Cmentarzysko brytualne ludności kultury wielbarskiej (od połowy I w. n.e. do początku III w. n.e.)*. Archeologiczne badania ratownicze wzdłuż trasy gazociągu tranzytowego, vol. II: Wielkopolska. Poznań, 467–470.
- Szafer, W. 1972. *Szata roślinna Polski niżowej*, (w:) W. Szafer, K. Zarzycki (red.), *Szata roślinna*. Warszawa, 17–188.
- Szafer, W. 1946. *Epoka lodowa*. Warszawa.
- Święta-Musznicka, J., Latałowa, M. 2016. From wetland to commercial centre: the natural history of Wyspa Spichrzów (“Granary Island”) in medieval Gdańsk, northern Poland. *Vegetation History and Archaeobotany* 25: 583–599.
- Święta-Musznicka, J., Latałowa, M., Szmaja, J., Badura, M. 2011. *Salvinia natans* in medieval wetland deposits in Gdańsk, northern Poland: evidence for the early medieval climate warming. *Journal of Paleolimnology* 45, 369–383.
- Théry-Parisot, I. 2001. *Économie du combustible au Paléolithique. Anthracologie, Expérimentation, Taphonomie*, Dossier de Documentation Archéologique, 20. C.N.R.S., Paris.
- Théry-Parisot, I., Chabal, L., Chravzez, J. 2010. Anthracology and taphonomy, from wood gathering to charcoal analysis. A review of the taphonomic processes modifying charcoal assemblages, in archaeological contexts. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 291, 142–153.
- Thiébaut, S. 1988. *L'Homme et le milieu végétal. Analyses anthracologiques de six gisements des Préalpes au Tardet au Postglaciaire*. Documents d'Archéologie Française. Paris.
- Valde-Nowak, P. 2014. *Long houses on hilltop – Camps in the Mountains: Some Aspects of the Neolithic in the Duna-jec Project*, (w:) T.L. Kienlin, P. Valde-Nowak, M. Korczyńska, K. Cappenberg, J. Ociepka (red.), *Settlement, Communication and Exchange around the Western Carpathians*. Oxford, 27–49.
- Vera, F.W.M. 2000. *Grazing ecology and forest history*. New York.
- Walanus, A., Goslar, T. 2004. *Wyznaczanie wieku metodą ¹⁴C dla archeologów*. Rzeszów.
- Wasylikowa, K. 1978. Plant remains from Early and Late Medieval time found on the Wawel Hill in Cracow. *Acta Palaeobotanica* 19: 115–200.
- Wasylikowa, K. 1981. The role of fossil weeds for the study of former agriculture. *Zeitschrift für Archäologie* 15: 1123.
- Wasylikowa, K. 1983. Antropogeniczne zmiany roślinności w holocenie, (w:) J.K. Kozłowski, S. Kozłowski (red.), *Człowiek i środowisko w pradziejach*. Warszawa, 53–71.
- Wasylikowa, K., Gluza, I., Lityńska-Zajac, M., Tomczyńska, Z. 1992. Charcoals from three Neolithic settlements in the loess area of south-central Poland. *Bulletin de la Société botanique de France, Actualités Botaniques* 139: 373–382.
- Ważny, T. 1993. Dendrochronological dating of the Lusatian culture settlement at Biskupin, Poland – first results. *News WARP* 14: 3–5.
- Wieserowa, A. 1967. Wczesnośredniowieczne szczątki zbóż i chwastów z Przemyśla. *Folia Quaternaria* 28: 1–16.
- Wilczyński, J., Krajcarz, M.T., Moskal-del Hoyo, M., Alexandrowicz, W.P., Miękina, B., Pereswiet-Soltan, A., Wertz, K., Lipecki, G., Marciszak, A., Lõugas, L., Gradziński, M., Szczepanek, A., Zastawny, A., Wojenka, M. 2020. Late Glacial and Holocene paleoecology and paleoenvironmental changes in the northern Carpathians foreland: The Żarska Cave (southern Poland) case study. *The Holocene* 30(6): 905–922.
- Wilczyński, J., Pospuła-Wędzicha, S., Wertz, K., Lõugas, L., Moskal-del Hoyo, M., Korczyńska, M., Nowak, M. 2021. Animal Husbandry of Funnel Beaker Culture: Case Study of Mozgawa Site (Poland, Lesser Poland), (w:) E. Piśkin (red.), *13th International Council of Archaeozoology Conference. Archaeological, biological and historical approaches in archaeozoological research*. (BAR International Series 3028). Oxford: 47–59.
- Wrzesińska, A., Wrzesiński, J. 2002. Z problematyki węgli drzewnych w jamach grobowych – częstość występowania węgli w grobach wczesnośredniowiecznego cmentarzyska „Mały Skansen”. *Studia Lednickie* 7: 143–161.
- Zabłocki, J. 1952. Szczątki roślinne ze stanowiska wczesnośredniowiecznego w Jeziorcu, powiat Giżycko wydobyte w r. 1950. *Materiały wczesnośredniowieczne* 2: 211–225.
- Zarzycki, K., Trzcińska-Tacik, H., Różański, W., Szeląg, Z., Wołek, J., Korzeniak, U. 2002. Ecological indicator of vascular plants of Poland, (w:) Z. Mirek (red.), *Biodiversity of Poland*. Kraków, 7–183.
- Zemanek, A. 2000. *Józef Rostafiński botanik i humanista*. Komisja Historii Nauki. Monografie 1. Kraków. 13–106.
- Zielski, A., Krapięć, M. 2004. *Dendrochronologia*. Warszawa.
- Zohary, D., Hopf, M., Weiss, E. 2012. *Domestication of plants in the Old World*, 4th ed. Oxford.
- Żurek, S. 1987. *The peat deposits of Poland against the peat zones of Europe*. Dokumentacja Geograficzna 4: 1–84.
- Żurowski, T. 1950. Budowle kultury łużyckiej w Biskupinie. Próba rekonstrukcji, (w:) J. Kostrzewski (red.), *III Sprawozdanie z prac wykopaliskowych w grodzie kultury łużyckiej w Biskupinie w powiecie żnińskim, za lata 1938–1939 i 1946–1948*. Poznań, 286–370.

