SPRAWOZDANIA ARCHEOLOGICZNE 61, 2009
PL ISSN 0081-3834

Magdalena Moskal-del Hoyo (Valencia),
Janusz Krzysztof Kozłowski (Kraków)

BOTANICAL IDENTIFICATION OF WOOD CHARCOAL REMAINS AND RADIOCARBON DATING — NEW EXAMPLES OF THE IMPORTANCE OF TAXONOMICAL IDENTIFICATIONS PRIOR TO ^{14}C DATING

INTRODUCTION

Archaeological researchers often deal with the problem of inaccurate ^{14}C dates of botanical material that „do not fit" to the relative chronology of the features or archaeological layers that they represent (Lityńska-Zając 1994; Lityńska-Zając, Wasylikowa 2005). The incident of admixture of both botanical remains and archaeological material are quite common, and has even been observed for example while studying the possessions associated to the Iceman Ötzi (Rom *et al*. 1999). Nonetheless, the reasons of possible anomalous dates are known in less extent. One of the problems is related to the lack of information about the content of the sample that is sent to the radiocarbon laboratory and especially the general lack of its necessity. As a consequence, in spite of the importance of identifying the sample prior to the ^{14}C age measurement, which is frequently reminded (Lityńska-Zając 1994; Walanus, Goslar 2004; Lityńska-Zając, Wasylikowa 2005; Chochorowski 2007) the taxonomical recognition of the dated material is hardly known and published. However, it should be emphasized that only botanical remains are directly dated and indirectly they permit to draw chronological conclusions related to archaeological features and layers. For this reason, it is valuable to first identify the nature and origin of the sample (Carrión 2005; Lityńska-Zając, Wasylikowa 2005).

Botanical remains may serve as an excellent source of material for radiocarbon dating of correspondent archaeological layer or feature but only on the condition that this botanical material comes from chronologically homogenous levels (Lityńska-Zając, Wasylikowa 2005). It has been observed that even if this condition is fulfilled and botanical

http://rcin.org.pl

material indeed is especially selected from monocultural feature/layer, the result from ^{14}C ageing is incompatible with expected dates. Commonly even very careful and precise observations during field work do not allow indicating signs of these possible contaminations by the younger or older plant material. Supposedly, the charcoals found in the archaeological sites are contemporaneous with excavated features/layers, however in the case that they represent admixture material, the resulting ^{14}C measurements will consist of the so-called erroneous dates. Moreover, in one sample submitted to the radiocarbon dating laboratory, charcoal fragments that correspond to different chronologies than the ones present in the archaeological structures may be found. Even in the same sample, charcoal fragments from chronologically diverse plants may appear and altogether mixed material can provide false results of radiocarbon dating since the obtained date is a sum of particular components of the sample that does not correspond neither to a true age of the sample nor to the archaeological unit (Harkness 1975; Pilcher 1991; Walanus, Goslar 2004). In the case where some unsuitable radiocarbon dates exist, the most utilized method is to select those dates from the entire series of radiocarbon dating that perfectly and properly suit to a previously cultural-chronological assignment. While some of the dates are inappropriate to establish an *a priori* chronology, they end up considered contamination and are usually rejected and omitted from the interpretation (Pilcher 1991; 2003).

There are many causes of sample contamination such as stratigraphical disturbances in the archaeological sites, the usage of older botanical material and some possible errors that may occur during the exploration of the feature/layer or in the laboratory (Harkness 1975; Pilcher 1991). The dislocation of plant material of younger or older chronology may result from natural post-depositional processes or from the human or animal burrowing activities. Sometimes these displacements cannot be observed in the stratigraphy by archaeologists as they do not leave any visible traces. As a result, the material found *in situ* is automatically accepted as belonging to a particular feature or archaeological layer. Furthermore, the shift of the material may not always happen during the post-depositional period but may also be caused by human action during the occupation time. The cave-site Cova de les Cendres (Teulada-Moraira, Spain) exhibiting long-span occupation levels during the Pleistocene and Holocene can serve as an example of such human actions which had an influence on the presence of chronologically mixed material (Badal *et al.* 1994). The results obtained from both anthracological and faunal identifications have revealed, within the Neolithic layers, the occurrence of some charcoals and animal bones that are more characteristic of earlier periods (Bernabeu *et al.* 2001). These materials could have possibly mixed into the mid-Holocene layers during the occupation of the cave by humans in the Neolithic phase as a consequence of the excavation of storage pits. The sediments from lower parts of the pits have been thrown into the Neolithic floor level and eventually originated the depositional mixing of all the deposits and therefore the botanical, faunal, and archaeological assemblages. Firstly, the existence of "inappropriate" flora in the Neolithic context has caused some confusion in relation to the palaeoenvironmental reconstruction

http://rcin.org.pl

of the area situated nearby the habitat or a distant origin of the fuel wood from mountain regions (Badal *et al.* 1994). Finally, taxonomical analysis of the flora and fauna has helped to demonstrate the taphonomic problems at the site as typical Neolithic/mid-Holocene charcoals and animal bones have been separated from those fragments that with higher probability correspond to earlier cultural-climatic periods and each taxon has been dated separately giving effectively different chronology (Bernabeu *et al.* 2001).

Another problem may be related to the use of older wood by the humans. In the case of charcoal coming from a hearth, it should be assumed that dating such a short-span action may reflect the exact moment of the burning activity. This supposition may be valid, nevertheless it is difficult to know how contemporaneous to the action of burning is the wood used as a fuel since the wood might have come from old constructions, could have belonged to the heartwood of long-lived trees or was probably part of subfossil wood (Harkness 1975; Lityńska-Zając, Wasylikowa 2005). The possibility of mixing the deposits may also result from the errors introduced by the archaeologist and the most common cases constitute mislabelling and mis-association of the material that may happen in the site or in the laboratory (Harkness 1975; Pilcher 1991). Therefore, the taxonomical identification of the wood charcoal sample is a helpful tool for assessing the presence of admixture assemblages as well as a method for understanding the "erroneous dates".

METHOD

The charcoal conserves the anatomical structure of the wood that may permit its botanical identification. Each charcoal fragment, independently of its size, is an observation unit and is broken manually along three wood anatomical sections: transverse (T.S), longitudinal tangential (L.T.S.) and longitudinal radial (L.R.S) (Schweingruber 1990; Badal 1992; Ntinou 2002; Carrión 2005; Lityńska-Zając, Wasylikowa 2005). Reflected light microscopy with light/dark field and 100–500x magnifications was used for botanical identification. Identifications were made by comparison with anatomical atlases (Greguss 1955; 1959; Jacquiot 1955; Jacquiot *et al.* 1973; Schweingruber 1990) and specimens coming from modern reference collections. The rank of identification (species, genera, family, *etc.*) depends on the size, anatomical characteristics of the wood and the state of preservation of the charcoal (Schweingruber 1990; Lityńska-Zając 1997; Chabal *et al.* 1999; Lityńska-Zając, Wasylikowa 2005). In the flora characteristic for Central Europe, the majority of species are not differentiable within theirs genera and the identification to species level is based principally on existence of only one species in the studied region (Lityńska-Zając 1997; Lityńska-Zając, Wasylikowa 2005). No chemical treatment of the sample is required during anthracological analysis and therefore after the botanical identification, the charcoal may be used for radiocarbon dating (Vernet *et al.* 1979; Carrión 2005).

http://rcin.org.pl

NEW EXAMPLES OF THE PRESENCE OF MIXING DEPOSITS CONTAINING CHARCOALS

Moravany (Michalovce, Eastern Slovakia)

Samples for palaeobotanical analysis have been collected from the Moravany site and among them more than 2700 charcoal fragments have appeared (Lityńska-Zając *et al.* 2008). The site is characterized by the occurrence of different pits that represent the early phase of the Eastern Linear Pottery culture. Analysis of the material culture has indicated that all archaeological features belong only to one occupation phase (Kozłowski *et al.* 2003; Nowak *et al.* 2006). Nevertheless, results from radiocarbon dating using the conventional ^{14}C method have provided, apart from the early Neolithic dates that fit well to the archaeological context, other dates that have showed the presence of materials from both older and younger periods (Kozłowski *et al.* 2003; Kalicki *et al.* 2005). Unfortunately, wood charcoals submitted for radiocarbon dating have not been identified previously and thus it is difficult to know if each date obtained corresponds to a single charcoal fragment or if it represents a mixture of diverse fragments and taxa. Further anthracological analysis of all the archaeological features from the site have documented the presence of 14 taxa identified as a minimum number of species, and among them the majority belong to angiosperms with the predominance of deciduous oak, elm and ash. The taxa mainly reflect two forest communities: oak and riverine forests (Lityńska-Zając *et al.* 2008).

Among all identified charcoal fragments, three taxa that appeared in small amounts "did not fit" to the Neolithic charcoal assemblage: *Picea* sp. vel *Larix* sp. (spruce/larch), *Fagus sylvatica* (beech) and *Carpinus betulus* (hornbeam). The occurrence of the first taxon nearby the Neolithic habitat situated in the lowland region of eastern Slovakia (170 m.a.s.l) has caused some doubts mainly due to the ecological requirements of both trees (Obidowicz *et al.* 2004; Wacnik *et al.* 2004) and the natural potential vegetation of the region (Maglocký 2002). Moreover, neither spruce nor larch appears currently in the neighbouring areas of the site. Nonetheless, aforementioned arguments cannot be used as a proof for a definitive lack of presence of both trees in the Atlantic woodland close to the Moravany site since the present-day ecological and climatic conditions usually cannot reflect completely past environmental conditions, though they may indicate some similarities and tendencies. In addition, provided that the assumption of local origin of the fuel wood is correct (Shackleton, Prins 1992; Ntinou 2002; Carrión 2005), the possibility of usage of the wood coming from more distant regions should also be taken into consideration.

In the case of two other taxa (*Fagus sylvatica*, *Carpinus betulus*), the main doubts were caused by the history of the species expansion in the Holocene (Huntley, Birks 1983; Ralska-Jasiewiczowa *et al.* 2004). Commonly it is considered that the diffusing of both trees from southern Europe toward the northern parts did not appear yet in the Atlantic

http://rcin.org.pl

period that correspond to the early Neolithic occupation phase at Moravany. However, the palinological data obtained from Slovakia and Hungary has documented discontinuous and sporadic presence of beech and hornbeam pollen already from the late Pleistocene and early Holocene (Krippel 1971; Willis *et al.* 2000; 2004; Gardner 2002; Magyari 2002). Charcoal fragments from both of these trees have also been found in the Neolithic layers of Linear Band Pottery culture from western Slovakia (Hajnalová, Hajnalová 2005). Consequently, the appearance of charcoals of these taxa in small amounts in the Neolithic assemblage from Moravany may be accepted, and their presence in form of charcoal *in situ* could reaffirm theirs early spread in the Atlantic forest communities.

Few charcoal fragments identified as *Picea* sp. vel *Larix* sp. have occurred in three different pits. In the case of two features, the charcoals were found in samples coming from the lowest layer of the pits (100–110 cm below the ground surface) in which no other angiosperms have been detected. Furthermore, anthracological analysis compared with the stratigraphical information has showed that all coniferous taxa (*Picea* sp. vel *Larix* sp. and *Pinus sylvestris*) which constitute the great minority of the whole charcoal assemblage have appeared in the lower part of the features. These taxa have been frequently accompanied by birch fragments (*Betula* sp.). Therefore, for the interpretation of the wood charcoal analysis it seems reasonable to assume that the plant material coming from the lowest part of the pits that taxonomically presents similar composition to the Pleistocene period from Slovakia (Hajnalová, Krippel 1984) may be related to the contamination of the Neolithic pits by the material of older age.

In addition, this kind of plant material has occurred in yellowish and dark silts with iron and manganese precipitations, representing the bedrock of the site. These sediments were probably deposited as a result of deluvial processes and directly covered by the iluvial horizon of the Lateglacial soil. Within the aforementioned archaeologically sterile silts, there are thin layers with wood charcoal accumulations that probably form the evidence of natural fires.

The AMS radiocarbon date of one charcoal fragment belonging to *Picea* sp. vel *Larix* sp. and coming from the lowest part of the archaeological pit has provided older than Neolithic assemblage date, which has been in agreement with earlier, preconceived idea: 26950±230 BP (Poz-22307; Lityńska-Zając *et al.* 2008). It is possible that Neolithic features have been excavated into the sediment that contained layers with charcoals coming, according to the ^{14}C dating, from Interpleniglacial. This age measurement, moreover, indicates older date relating to the buried soil than previously published: 19980±460 lat BP: Ki 9251 (Kozłowski *et al.* 2003; Kalicki *et al.* 2005). Additionally, the charcoal from the last mentioned sample has not been identified and thus the date might also represent a mixture of a Pleistocene charcoal fragment with some Holocene plant material, since the conventional ^{14}C method was used.

From the perspective of the development of vegetation cover in the Holocene of Central Europe, one piece of charcoal belonging to beech and hornbeam respectively have

http://rcin.org.pl

been chosen for AMS radiocarbon dating, in order to confirm or reject the assumption of the early presence of these trees in the Atlantic forest in eastern Slovakia. The date obtained from the beech charcoal fragment was 3285±30 BP (Poz-22308), while the hornbeam provided a more recent age: 1060±30 BP (Poz-22309). Again these examples demonstrate that archaeological deposits have been contaminated, in this case by younger plant material (Lityńska-Zając *et al.* 2008). Furthermore, the anthracological analysis prior to radiocarbon dating has helped to explain the problem of the existence of both older and younger dates that occurred in the Neolithic settlement (Kozłowski *et al.* 2003; Kalicki *et al.* 2005).

Eger-Kővago, Eastern Hungary

In the open-air site of Eger-Kővago traces of a few phases of the Palaeolithic occupation have been documented within strongly reduced soil profile of clayish-loess deluvia. The stratum corresponding to the depth of 100–110 cm has been of special interest due to the finding of a cultural layer related to the workshop that represents the late phase of the Szeletien culture. In order to gain charcoal remains, soil samples were taken from two trenches for flotation. Larger accumulations of charcoals were recovered manually. The charcoal material was extremely scarce with only 27 charcoal fragments finally found. Among them four taxa identified as minimum number of species have occurred: *Fagus sylvatica*, *Prunus* sp., *Quercus* sp. and *Picea* sp. vel *Larix* sp. (Kozłowski *et al.* 2009). All charcoal fragments came from the depth between 60 and 110 cm, however only charcoal fragments from the layer situated between 100 and 110 cm were considered with the objective of obtaining radiocarbon dates that could correspond to the period of the Szeletien culture. Taking into a consideration the history of the vegetation in the period that precedes the beginning of the Upper Pleniglacial (Djindjian *et al.* 1999; Willis *et al.* 2004; Damblon, Haesaerts 2002) the most suitable taxa for dating should be related to needle-leaved trees and therefore one charcoal fragment of *Picea* sp. vel *Larix* sp. was chosen for AMS radiocarbon dating. Nevertheless, one charcoal fragment of deciduous oak (*Quercus* sp.) was also sent to the radiocarbon laboratory as it was found in the same level below 100 cm. Finally, both charcoal fragments gave expected ages, the charcoal of *Picea* sp. vel *Larix* sp. effectively revealed a Pleistocene date (28170±200 BP, Poz 19088), while the oak fragment effectively resulted younger (5705±30 BP, Poz 19089; Kozłowski *et al.* 2009). The obtained results of radiocarbon dating have demonstrated again the importance of the taxonomical identifications to indicate mixing of plant materials. It could easily be imagined the situation in which both charcoal fragments coming from the same archaeological layer could form one sample sent for radiocarbon laboratory, and then the possible date will be much more younger by the mixture of Pleistocene and Holocene flora, as it happened before (Damblon, Haesaerts 2002). The occurrence of Holocene charcoal fragments can be

http://rcin.org.pl

explained by deep and narrow cracks formed by the soil drying processes that reached 1 m below the surface of the Bt horizon of Holocene soil. Some of the cracks have been impossible to detect macroscopically and have been documented only by the micromorphological observation (Kozłowski *et al*. 2009).

CONCLUSIONS

Examples of botanical identifications of charcoal fragments conducted prior to radiocarbon analysis have demonstrated that anthracological analysis provide a promising approach when selecting appropriate material for ^{14}C dating. Furthermore, it has been showed that mixing plant material may be found also in archaeological sites that are characterized by the presence of only one occupation phase, as it has been observed in the Moravany case. Nevertheless, it should also be mentioned that taxonomical determinations not always indicate in such a clear manner the taphonomic or stratigraphic problems that point towards the occurrence of contaminated plant material. Besides, it is obvious that the separation of the flora typical for a particular climatic period only on the basis on the botanical identifications is not always possible. In Central Europe, the most common genera that appeared in the Pleistocene period such as birch, larch, spruce and pine were also present during the entire Holocene. However, the taxonomical analysis together with the stratigraphical information may be helpful to indicate the grade of probability for a singular taxon to be part of local woodland in a particular climatic period while in order to achieve a more reliable date, a taxon more characteristic for each period would need to be chosen. Much more problematic may be the charcoal coming from recent periods of the Holocene since there are not many differences between the lists of flora that might have appeared in the Bronze, Iron, or Medieval Age. Nonetheless, in this case the most suitable for radiocarbon dating would be the charcoal fragments that represent the younger elements of Central European flora such as hornbeam and beech.

Taxonomical analysis also permits to select the most appropriate charcoal fragments assigned for radiocarbon dating. It is worth mentioning that archaeological samples many times show absence of charcoal material but they may contain instead fragments of seeds, fragments of burnt bones or compact burnt soil that sometimes better fulfil the requirements of radiocarbon samples or may not fulfil them at all.

Another problem could be introduced during sample preparation for a conventional ^{14}C method, without the taxonomical identification the trial may constitute a source of „incorrect", contaminated dates (Lityńska-Zając 1994). This kind of sample requires a larger quantity of charcoal (Walanus, Goslar 2004), making archaeologists to group different charcoal fragments from the same level which were found in a close distance. Nevertheless, anthracological analyses have frequently clarified the wrong assumption that charcoal fragments gathered together in the same place represent one bigger fragmented piece of

http://rcin.org.pl

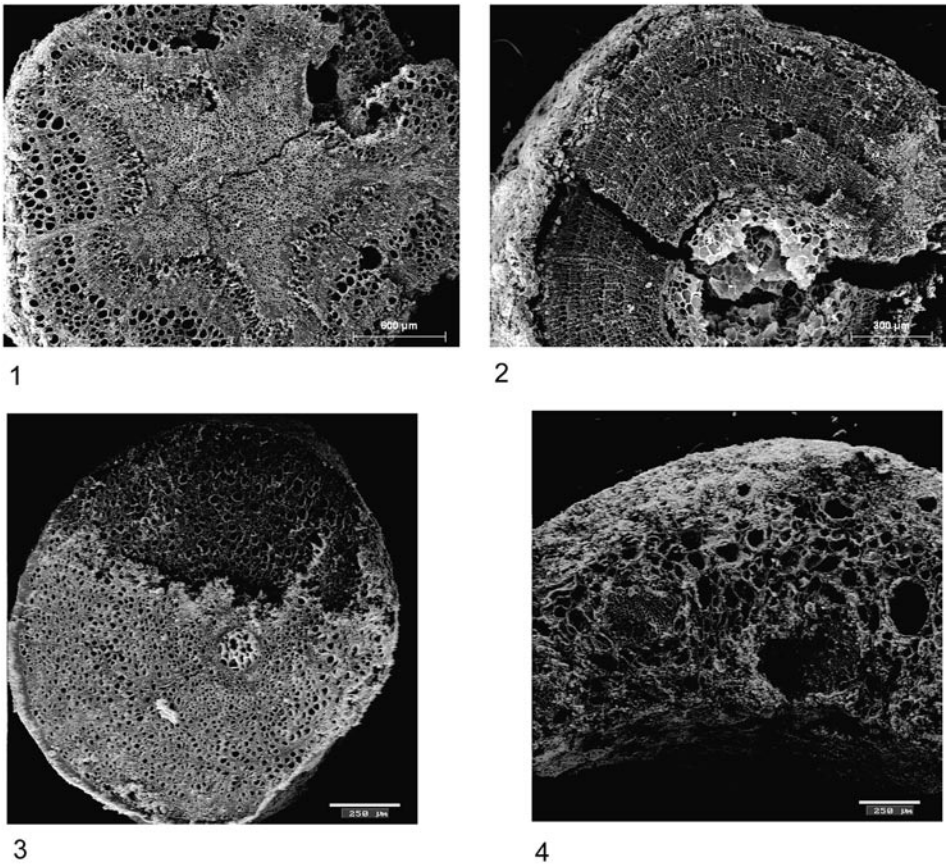

Fig. 1. Examples of anthracological material from archaeological sites that serve for radiocarbon dating: twigs; transverse section (1–3) and fragment of cone (4); 1 — deciduous oak (*Quercus* sp.), 2 — hazel (*Corylus avellana*), 3 — heather (*Calluna vulgaris*). Micrographs SEM: M. Moskal-del Hoyo

Ryc. 1. Przykłady materiału antrakologicznego ze stanowisk archeologicznych służącego do pomiaru wieku: kilkuletnie gałązki; przekrój poprzeczny (1–3) oraz fragment szyszki (4); 1 — dąb (*Quercus* sp.) 2 — leszczyna (*Corylus avellana*) 3 — wrzos pospolity (*Calluna vulgaris*). Mikrofotografie SEM: M. Moskal-del Hoyo

wood. Therefore, in the case of possessing only very small charcoal fragments it is recommended to use the AMS method when performing age measurements since it is always more reliable to date only one piece of charcoal.

The selection of the most appropriate charcoal fragments not only consists of the taxonomical identification and indication of the most probable taxon for a particular climatic period, but it also takes into consideration dendrological analysis which shows the part of the plant from which the charcoals came from. The long-lived trees such as deciduous oak

http://rcin.org.pl

may provide different dates depending on the part of the wood that is dated and thus the most suitable are branches, twigs or parts with conserved bark that indicate the last annual ring and the moment when the tree was cut. Among the branches, furthermore it is possible to select only the most external annual ring. In the charcoal sample, also some young shoots, fragments of cones, or acorns may be found which due to theirs short lifespan constitute an excellent material for age measurements (Fig. 1; Pilchner 1991; Walanus, Goslar 2004).

The recognition of the influence of botanical identification of charcoal samples before they are sent to the radiocarbon laboratory was the main research aim of this paper. The taxonomical analysis of charred plant material partially permits to decrease the risk of dating contaminated samples and in the case of having unexpected ^{14}C dates, this method allows to better understand post-depositional processes in the archaeological site. Only parts of plants are dated and indirectly the archaeological features, therefore it is recommendable to know what kind of material one is sending for radiocarbon dating. The selection of suitable charcoal fragments may reduce the number of inappropriate radiocarbon dating samples which will allow avoiding unnecessary work and therefore reducing project costs.

Acknowledgments: We would like to thank to Dr hab. M. Lityńska-Zając, Dr. M. Nowak, Dr. M. Vizdal and Z. Mester for the collaboration at work in the archaeological sites at Moravany and Eger-Kővago. We are grateful also to Dr hab. M. Lityńska-Zając and Prof. Dr. E. Badal for considerable comments related to this paper. Also we thank to the personnel of Laboratorio de Microscopia Electrónica del Servicio Central de Soporte a la Investigación Experimental (Universitat de València) for the possibility of using the SEM for acquiring micrographs. M. Moskal del Hoyo would like to express a special gratitude for the predoctoral fellowship of the V Segles programme of the University of Valencia. The authors wish to thank to J. del Hoyo Meléndez for the correction of the English version of the text.

References

Badal García E. 1992. L´anthracologie préhistorique: à propos de certains problèmes méthodologiques. In J.-L. Vernet (ed.), *Les charbons de bois. Les anciens ecosystems et le role de l´homme* (= *Bulletin de la Société botanique de France* 139. *Actualités Botaniques* 2/3/4), 167–189.

Bernabeu J., Barton M. and Pérez M. 2001. A Taphonomic Perspective on Neolithic Beginnings: Theory, Interpretation, and Empirical Data in Western Mediterranean. *Journal of Archaeological Science* 28, 597–612.

Badal E., Bernabeu J. and 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, 155–166.

http://rcin.org.pl

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., Fabre L, Terral J.-F. and Théry-Parisot I. 1999. L´Anthracologie. In A. Ferdière, Ch. Bourquin-Mignot, J.-E. Brochier, L. Chabal, S. Crozat, L. Fabre, J.-F. Terral and I. Théry-Parisot (eds.), *La Botanique* (= *Collection "Archéologiques"*). Paris.

Chochorowski J. 2007. Metodyczne i metodologiczne problemy datowania radiowęglowego pozostałości kremacji z grobów ciałopalnych kultury łużyckiej (na przykładzie materiałów z cmentarzyska w Kietrzu). In J. Chochorowski (ed.), *Studia nad epoką brązu i wczesną epoką żelaza w Europie. Księga jubileuszowa poświęcona Profesorowi Markowi Gedlowi na pięćdziesięciolecie pracy w Uniwersytecie Jagiellońskim*. Kraków, 103–138.

Damblon F. and Haesaerts P. 2002. Anthracology and radiochronology of Upper Pleistocene in the loessic areas of Eurasia. In S. Thiébault (ed.), *Charcoal Analysis. Methodological Approaches, Palaeoecological Results and Wood Uses* (= *British Archaeological Reports. International Series* 1063). Oxford, 65–71.

Djindjian F., Kozłowski J. K. and Otte M. 1999. *Le paléolitique supérieur en Europe*. Paris.

Gardner A. R. 2002. Neolithic to Copper Age woodland impacts in northeast Hungary? Evidence from the pollen and sediment chemistry records. *The Holocene* 12 (5), 541–553.

Greguss P. 1955. *Xylotomische Bestimmung der heute lebenden Gymnospermen*. Budapest.

Greguss P. 1959. Holtzanatomie der europaischen Lauhölzer und stauncher. Budapest.

Hajnalová M. and Krippel E. 1984. Katalóg paleobotanických nálezov z paleolitu Slovenska. *Acta Interdisciplinaria Archaeologica* 3, 304–317.

Hajnalová M. and Hajnalová E. 2005. Lesné dreviny na pahorkatinách juhozápadého Slovenska počas klimatických fáz atlantik, epiatlantik a subboreál. *Študijne Zvesti Archeologichego ustavu SAV* 37, 1–30.

Harkness D. D. 1975. The Role of the Archaeologist in C-14 Age Measurement. In T. Watkins (ed.) *Radiocarbon: Calibration and Prehistory*. Edinburgh, 128–135.

Huntley B. and Birks H.J.B. 1983. *An atlas of past and present pollen maps for Europe: 0-13000 years ago*. Cambridge, 667.

Jacquiot C. 1955. *Atlas d´Anatomie des bois des Conifčres*. Paris.

Jacquiot C., Trenard Y. and Dirol D. 1973. *Atlas d´Anatomie des bois des Angiospermes* 1. Paris.

Kalicki T., Kozłowski J. K., Nowak M. and Vizdal M. 2005. A settlement of the Early Eastern Linear Pottery culture at Moravany (Eastern Slovakia): palaeogeographical and archaeological perspective. In E. Gál, I. Juhász and P. Sümegi (eds.), *Environmental Archaeology in North-Eastern Hungary*. Budapest, 179–198.

Kozłowski J.K., Nowak M. and Vizdal M. 2003. A settlement of the Early Linear Pottery culture at Moravany (Eastern Slovakia) within the context of the neolithization of the Upper Tisza Basin. In E. Jerem and P. Raczky (eds.), *Morgenrot der Kulturen. Frühe Etappen der Menschheitsgeschichte in Mittel- und Südosteuropa*. Budapest, 127–143.

Kozłowski J.K., Mester Z., Zandler K., Budek A., Kalicki T., Moskal-del Hoyo M. and Ringer A. 2009. Le Paléolitique moyen et supérieur de la Hongrie du nord: nouvelles investigations dans la région d'Eger. *L'Anthropologie,* 113, 399–453.

http://rcin.org.pl

Krippel E. 1971. Postglaciálny vývoj vegetácie Východného Slovenska. *Geografický Časopis* 23(3), 225–241.

Lityńska-Zając M. 1994. Problem datowania szczątków roślinnych ze stanowisk archeologicznych. In K. Wasylikowa (ed.), *Warsztaty archeobotaniczne. Igołomia 1990–1993* (= *Polish Botanical Studies. Guidebook Series* 11). Kraków, 169–174.

Lityńska-Zając M. 1997. *Roślinność i gospodarka rolna w okresie rzymskim. Studium Archeobotaniczne*. Kraków.

Lityńska-Zając M., Moskal-Del Hoyo M. and Nowak M. 2008. Plant Remains from Early Settlement at Moravany (Eastern Slovakia). *Vegetation History and Archaeobotany* 17 (= *Supplement* 1), 81–92.

Lityńska-Zając M. and Wasylikowa K. 2005. *Przewodnik do badań archeobotanicznych*. Poznań.

Magyari E. 2002. Holocene biogeography of *Fagus sylvatica* L. and *Carpinus betulus* L. in the Carpathian-Alpine Region. *Folia Historico-Naturalia Musei Matraensis* 26, 15–35.

Maglocký S. 2002. Potencialna privodzenná vegetaciá. In L. Miklós (ed.), *Atlas krajiny Slovenskej republiky*. Bratislava, 114–115.

Ntinou M. 2002. *La Paleovegetación en el Norte de Grecia desde el Tardiglaciar hasta el Atlántico. Formaciones Vegetales, Recursos y Usos* (= *British Archaeological Reports. International Series* 1083). Oxford.

Nowak M., Kalicki T., Kozłowski J. K., Kaczanowska M., Kaminská Ľ., Lityńska-Zając M., Sobierska E., Vizdal M. and Wyszomirski P. 2006. A settlement of the Early Eastern Linear Pottery Culture at Moravany (Eastern Slovakia). *Recherches Archeologiques de 1999–2003*. Kraków, 307–335.

Obidowicz A., Ralska-Jasiewiczowa M., Kupryjanowicz M., Szczepanek K., Latałowa M. and Nalepka D. 2004. *Picea abies* (L.) H. Karst — Spruce. In M. Ralska-Jasiewiczowa, M. Latałowa, K. Wasylikowa, K. Tobolski, E. Madeyska, H. E. Wright Jr. and Ch. Turner (eds.), *Late Glacial and Holocene history of vegetation in Poland based on isopollen maps*. Kraków, 147–157.

Pilcher J. R. 1991. Radiocarbon Dating. In P.L. Smart and P.D. Frances (eds.), *Quaternary Dating Methods — a User's Guide*. Cambridge, 16–36.

Pilcher J. R. 2003. Radiocarbon Dating and Environmental Radiocarbon Studies. In Mackay A., Battarbee R., Birks J. and Oldfield F. (eds.), *Global Change in the Holocene*. London, 63–74.

Ralska-Jasiewiczowa M., Latałowa M., Wasylikowa K., Tobolski K., Madeyska E., Wright H. E. Jr. and Turner Ch. (eds.). 2004. *Late Glacial and Holocene history of vegetation in Poland based on isopollen maps*. Kraków.

Rom W., Golser R., Kutschera W., Priller A., Steier P. and Wild E. M. 1999. AMS 14C dating of equipment from the Iceman and of spruce logs from the prehistoric salt mines of Hallstatt. *Radiocarbon* 41/2, 183–197.

Schweingruber F.H. 1990. *Anatomie Europäischer Hölzer*. Bern-Stuttgart.

Shackleton C.M. and Prins F. 1992. Charcoal Analysis and the „Principle of Least Effort" — A Conceptual Model. *Journal of Archaeological Science* 19, 631–637.

Vernet J.-L., Bazile E. and Evin J. 1979. Coordination des analyses anthracologiques et datations absolues sur charbon de bois. *Bulletin de la Société Préhistorique Frŕnçaise* 76 (3), 76–79.

http://rcin.org.pl

Wacnik A., Ralska-Jasiewiczowa M. and Nalepka D. 2004. *Larix decidua* Mill. — European larch. In Ralska-Jasiewiczowa M., Latałowa M., Wasylikowa K., Tobolski K., Madeyska E., Wright Jr. H. E. and Turner Ch. (eds.), *Late Glacial and Holocene history of vegetation in Poland based on isopollen maps*. Kraków, 135–145.

Walanus A. and Goslar T. 2004. *Wyznaczanie wieku metodą ^{14}C dla archeologów*. Rzeszów.

Willis K.J., Rudner E. and Sümegi P. 2000. The Full-Glacial Forest of Central and Southeastern Europe. *Quaternary Research* 53, 203–213.

Willis K.J. and van Andel T.H., 2004. Trees or no trees? The environments of central and eastern Europe during the last Glaciation. *Quaternary Science Reviews* 23, 2369–2387.

Magdalena Moskal-del Hoyo (Valencia),
Janusz Krzysztof Kozłowski (Kraków)

OZNACZENIE WĘGLI DRZEWNYCH A POMIAR WIEKU METODĄ ^{14}C — NOWE PRZYKŁADY PRZYDATNOŚCI OZNACZEŃ TAKSONOMICZNYCH

WPROWADZENIE

Na stanowiskach archeologicznych spotykany jest problem występowania wyników pomiaru wieku materiału botanicznego, które „nie pasują" do kulturowej przynależności obiektów lub poszczególnych warstw (Lityńska-Zając 1994; Lityńska-Zając, Wasylikowa 2005). Przypadki przemieszania szczątków botanicznych, jak również materiału archeologicznego, są dość powszechne i nie uchronił się od nich nawet inwentarz słynnego człowieka z lodowca Ötzi (Rom *et al.* 1999). Znacznie słabiej natomiast znane są powody pojawiania się na stanowiskach owych zanieczyszczeń. Związany z tym faktem jest również problem braku wiedzy dotyczącej samej próbki wysyłanej do laboratorium radiowęglowego a zwłaszcza braku świadomości tej potrzeby. Tym samym, pomimo coraz częstszego przypominania o ważności oznaczenia próby przed jej datowaniem (Lityńska-Zając 1994; Walanus, Goslar 2004; Lityńska-Zając, Wasylikowa 2005; Chochorowski 2007), nadal niezmiernie rzadko znany jest i publikowany rzeczywisty skład taksonomiczny datowanego materiału. Warto zdać sobie jednak sprawę, że pomiarowi wieku podlegają jedynie szczątki roślinne i dzięki nim można wnioskować o datowaniu obiektów lub warstw kulturowych z których one pochodzą. Z tego między innymi powodu należałoby poznać naturę oraz pochodzenie samej próby (Carrión 2005; Lityńska-Zając, Wasylikowa 2005).

http://rcin.org.pl

Szczątki roślinne mogą służyć do datowania odpowiednich warstw lub obiektów archeologicznych, przy założeniu, że pochodzą one z jednorodnych pod względem chronologii nawarstwień (Lityńska-Zając, Wasylikowa 2005). Zdarza się jednak, że choć warunek ten jest spełniony i materiał botaniczny został specjalnie wyselekcjonowany z jednokulturowych obiektów lub warstw archeologicznych, wynik pomiaru wieku materiału botanicznego jest niezgodny z oczekiwanym. Często nawet dokładne obserwacje terenowe nie pozwalają wskazać na ślady zanieczyszczeń prób młodszym lub starszym materiałem. Założyć można, że węgle drzewne znajdowane na stanowisku archeologicznym powinny być równoczasowe badanym obiektom i poszczególnym warstwom, niemniej jednak w przypadku występowania przemieszanego materiału botanicznego, pobrane z nich próby są źródłem tak zwanych błędnych datowań. Wynika to z faktu, że w jednej próbie wysyłanej do laboratorium radiowęglowego w celu uzyskania jej pomiaru wieku mogą znaleźć się węgle drzewne o odmiennej niż wiek obiektów/warstw archeologicznych chronologii. W takiej próbie mogą również pojawić się fragmenty węgli drzewnych pochodzących z różnowiekowych szczątków roślin, a przemieszany materiał daje tym samym zafałszowane wyniki (Harkness 1975; Pilcher 1991; Walanus, Goslar 2004). Otrzymana data jest sumą poszczególnych komponentów próbki, która nie odpowiada prawdziwemu pomiarowi wieku ani próbki ani warstwy/obiektu, z którego pochodzi. W przypadku pojawienia się nieodpowiednich według archeologów dat, najczęstszą metodą jest wybieranie z serii wszystkich dat tylko tych, które pasują do wcześniejszych ustaleń chronologiczno-kulturowych. Natomiast, jeśli, któraś z nich nie odpowiada chronologii przyjętej *a priori*, wówczas uznawana może być za wynik zanieczyszczenia i tym samym bywa odrzucana oraz pomijana na poziomie interpretacji (Pilcher 1991; 2003).

Można wymienić wiele powodów zanieczyszczenia prób, wśród których warto wspomnieć o problemach zaburzeń stratygraficznych na stanowisku, użytkowaniu starszego materiału czy o błędach w czasie eksploracji obiektów lub w laboratorium w trakcie przygotowania i opracowania materiału (Harkness 1975; Pilcher 1991). Przemieszczenie materiału o młodszej lub starszej chronologii może być rezultatem naturalnych procesów podepozycyjnych, bądź również wynikiem działalności ludzi i zwierząt. Niekiedy nie można zaobserwować powyższych zakłóceń stratygraficznych w trakcie eksploracji obiektów, gdyż nie pozostawiły one widocznych śladów. Tym samym materiał znaleziony na pierwszy rzut oka *in situ* zostaje automatycznie uznany za przynależny do danej warstwy lub obiektu. Ponadto, nawet jeśli nie doszło do przemieszczenia materiału w późniejszym okresie podepozycyjnym, mogło dojść do tego w momencie użytkowania stanowiska przez człowieka. Posłużmy się przykładem znanym ze stanowiska jaskiniowego Cova de les Cendres (Teulada-Moraira, Hiszpania) między innymi o górnopaleolitycznej i neolitycznej sekwencji kulturowej (Badal *et al.* 1994). Podczas antrakologicznych i osteologicznych badań zauważono występowanie w niewielkiej ilości w warstwach neolitycznych węgli drzewnych oraz kości gatunków należących do flory i fauny charakterystycznej dla okresu plejstocenu (Bernabeu *et al.* 2001). Materiał ten prawdopodobnie dostał się do warstw holoceńskich już w okresie neolitu

http://rcin.org.pl

w wyniku wykopywania jam i wyrzucania ziemi z niższych warstw plejstoceńskich na poziom ówczesnego gruntu. Początkowo przypadek występowania roślin „nieodpowiednich" dla holocenu zadziwiał w kontekście wczesnego neolitu i mógł prowadzić do wyciągania fałszywych wniosków dotyczących rekonstrukcji paleośrodowiskowej lub pochodzenia materiałów z odległych rejonów górskich (Badal *et al.* 1994). Dokładne przestudiowanie i wydzielenie materiału podzielonego na neolityczny/środkowo-holoceński i pochodzący z dużym prawdopodobieństwem z wcześniejszych okresów przyczyniło się do wysłania oddzielnych próbek w celu uzyskania pomiaru wieku. Uzyskane daty potwierdziły rzeczywistą przynależność wydzielonych taksonomicznie grup do różnych horyzontów chronologicznych (Bernabeu *et al.* 2001).

Kolejny problem może stanowić użycie przez ludzi starszego drewna. Przykładowo, w przypadku badań węgli z palenisk zakładać można, że datowanie tej krótkotrwałej czynności odzwierciedlić może dokładny czas spalenia drzewa. Założenie jest jak najbardziej słuszne, niemniej jednak nie jest pewne czy moment ścięcia drewna na opał był równoczesny momentowi wykorzystania go przez człowieka. Jako opał mogło posłużyć drewno pochodzące ze starej konstrukcji drewnianej lub z części twardzieli kilkusetletnich drzew, bądź nawet mogło dojść do użycia drewna subfosylnego (Lityńska-Zając, Wasylikowa 2005). Możliwość pojawienia się przemieszanego materiału botanicznego również może być wynikiem błędów pracy archeologa. Najczęstszym przypadkiem jest wymieszanie metryczek lub nawet samego materiału zarówno na stanowisku jak i w laboratorium (Harkness 1975; Pilcher 1991). Pomocnym narzędziem pozwalającym na częściowe uniknięcie przemieszanego materiału botanicznego lub zrozumienie „błędnego" wyniku datowania może być przeanalizowanie próby pod względem taksonomicznym.

METODA

Węgle drzewne zachowują budowę anatomiczną drewna. Każdy fragment węgla przy oznaczeniu zostaje przełamany w celu obserwacji na świeżych przełomach budowy anatomicznej w trzech przekrojach anatomicznych: poprzecznym, podłużnym promieniowym i podłużnym stycznym (Schweingruber 1990; Badal 1992; Ntinou 2002; Carrión 2005; Lityńska-Zając, Wasylikowa 2005). Do analiz używane są najczęściej mikroskopy metalograficzne przy zastosowaniu powiększeń do 500 razy. Węgle drzewne porównywane są z atlasami anatomicznymi (Greguss 1955; 1959; Jacquiot 1955; Jacquiot *et al.* 1973; Schweingruber 1990) oraz okazami z kolekcji porównawczej. Wpływ na wyniki analizy ma wielkość fragmentów węgli drzewnych, stan zachowania oraz charakterystyka anatomiczna poszczególnych gatunków. Dany fragment może być oznaczony do poziomu gatunku, rodzaju, rodziny lub ogólnie może zostać określony jako gatunek liściasty bądź szpilkowy (Schweingruber 1990; Lityńska-Zając 1997; Chabal *et al.* 1999; Lityńska-Zając, Wasylikowa 2005). Warto zaznaczyć, że poszczególne gatunki dendroflory z terenu Europy Środkowej

http://rcin.org.pl

najczęściej pod względem anatomicznym nie różnią się między sobą, wobec czego są oznaczane do poziomu rodzaju. Natomiast nazwy gatunkowe przypisane są w przypadku gdy rodzaj reprezentowany jest w danej florze przez jeden gatunek (Lityńska-Zając 1997; Lityńska-Zając, Wasylikowa 2005). Żadne środki chemiczne nie są stosowane podczas analizy antrakologicznej i tym samym węgiel po oznaczeniu nadaje się do wysłania do laboratorium radiowęglowego (Vernet *et al.* 1979; Carrión 2005).

NOWE PRZYKŁADY WYSTĄPIENIA PRZEMIESZANEGO MATERIAŁU ROŚLINNEGO

Moravany (Michalovce, wschodnia Słowacja)

Ze wschodniosłowackiego stanowiska Moravany pobrano próby do badań botanicznych, z których oznaczono ponad 2700 fragmentów węgli drzewnych (Lityńska-Zając *et al.* 2008). Na stanowisku odkryto jamy wczesnoneolitycznej kultury wschodniolinearnej. Odkryte obiekty zawierały materiał archeologiczny pochodzący z jednej fazy użytkowania osady, odpowiadającej wczesnej fazie wschodniej ceramiki linearnej, o czym świadczyła analiza kultury materialnej (Kozłowski *et al.* 2003; Nowak *et al.* 2006). Niemniej jednak wyniki pomiarów wieku węgli drzewnych tradycyjną metodą ^{14}C oprócz dat wskazujących na użytkowanie osady w okresie wczesnego neolitu, wykazały istnienie materiału zarówno o wcześniejszej jak i o późniejszej chronologii (Kozłowski *et al.* 2003; Kalicki *et al.* 2005). Węgle drzewne nie zostały jednak oznaczone gatunkowo przed ich wysłaniem do laboratorium radiowęglowego i tym samym nie jest pewne czy każda z dat pochodziła z fragmentu należącego do jednego taksonu czy też wymienione daty wynikają z łączenia różnych fragmentów węgli drzewnych. Późniejsza analiza antrakologiczna potwierdziła obecność 14 taksonów, wśród których przeważały szczątki drzew liściastych, ze szczególnym wyróżnieniem dębu, jesionu oraz wiązu. Uzyskano obraz roślinności związanej głównie z rozwojem lasów: dębowego oraz łęgowego (Lityńska-Zając *et al.* 2008).

Wśród węgli drzewnych znalazły się trzy taksony, które pojawiły się w niewielkiej ilości i „nie pasowały" do neolitycznego zbioru antrakologicznego: *Picea* sp. vel *Larix* sp. (świerk/modrzew), *Fagus sylvatica* (buk) i *Carpinus betulus* (grab). W przypadku pierwszego z nich wątpliwości budziło występowanie świerka bądź modrzewia w atlantyckich lasach w pobliżu osady neolitycznej usytuowanej w nizinnej części wschodniej Słowacji (170 m n.p.m), głównie ze względu na wymagania ekologiczne obu drzew (Obidowicz *et al.* 2004; Wacnik *et al.* 2004) oraz analizy naturalnej roślinności potencjalnej (Maglocký 2002). Ponadto ani świerk ani modrzew nie rosną obecnie w pobliżu stanowiska. Niemniej jednak, powyższe argumenty nie mogą być dowodem na brak występowania tych drzew w okresie atlantyckim w okolicy osady, gdyż nigdy współczesne warunki środkowiskowo-klimatyczne nie

http://rcin.org.pl

odzwierciedlają w pełni rzeczywistych warunków panujących w przeszłości, a mogą jedynie wskazać na pewne podobieństwa lub tendencje. Ponadto choć najczęściej słuszne jest założenie o lokalnym pochodzeniu drewna na opał (Shackleton, Prins 1992; Ntinou 2002; Carrión 2005), to jednak trzeba się również liczyć z możliwością wykorzystania drewna pochodzącego z odleglejszych terenów. W przypadku pozostałych dwóch taksonów (*Fagus sylvatica*, *Carpinus betulus*) powodem wątpliwości o ich wczesnoneolitycznym pochodzeniu była analiza historii ekspansji gatunków w okresie holocenu (Huntley, Birks 1983; Ralska-Jasiewiczowa *et al.* 2004). Powszechnie przyjmuje się, że rozprzestrzenienie się obu wspomnianych gatunków z Europy południowej ku północy nie nastąpiło jeszcze w okresie atlantyckim. Niemniej jednak analizując dane palinologiczne z terenu Słowacji i Węgier, sporadycznie natrafiono na śladowe ilości pyłku graba i buka, niekiedy już od schyłkowego okresu plejstocenu i wczesnego holocenu (Krippel 1971; Willis *et al.* 2000; 2004; Gardner 2002; Magyari 2002). Węgle drzewne obu drzew pojawiły się również na stanowisku z młodszej fazy kultury wstęgowej rytej z terenu zachodniej Słowacji (Hajnalová, Hajnalová 2005). Występowanie tych gatunków w niewielkiej ilości w okresie atlantyckim w okolicznych lasach mogło zostać uznane za prawdopodobne, a znalezione *in situ* węgle mogły potwierdzić wczesne występowanie tych drzew w atlantyckich lasach.

Kilka fragmentów węgli drzewnych oznaczonych jako *Picea* sp. vel *Larix* sp. pojawiło się w trzech różnych jamach. W przypadku dwóch obiektów, na węgle tego taksonu natrafiono w próbach z najniższych warstw, w których nie wystąpiły gatunki drzew liściastych. Ponadto, analiza składu gatunkowego oraz pochodzenia stratygraficznego węgli drzewnych z wszystkich przebadanych obiektów wykazała, że stanowiące znaczną mniejszość gatunki szpilkowe (*Picea* sp. vel *Larix* sp. i *Pinus sylvestris*) pojawiły się w najniższych warstwach niektórych obiektów i najczęściej spotykane były wraz z nieoznaczalnymi dokładniej drzewami szpilkowymi oraz z brzozą (*Betula* sp.). W związku z powyższym przy interpretacji wyników analizy antrakologicznej, założono hipotetycznie, że materiał z dna jam o składzie taksonomicznym charakterystycznym dla okresu plejstocenu z terenu Słowacji (Hajnalová, Krippel 1984) prawdopodobnie można wiązać z zanieczyszczeniami jam neolitycznych starszym materiałem.

Materiał taki wystąpił w osadach naturalnych stanowiska reprezentowanych przez żółtobrunatne gliny ze smugami żelazisto-manganowymi, prawdopodobnie redeponowanymi na skutek procesów deluwialnych, pokrytych bezpośrednio horyzontem iluwialnym gleby późnoglacjalnej. We wspomnianych glinach, archeologicznie sterylnych, występują cienkie przewarstwienia węgli drzewnych, najprawdopodobniej będących śladem naturalnych pożarów.

Pomiar wieku fragmentu oznaczonego jako *Picea* sp. vel *Larix* sp. pochodzącego z dolnej części wypełniska jamy neolitycznej wykazał znacznie starszą datę AMS, zgodną z wcześniejszymi przypuszczeniami: 26950±230 BP (Poz-22307). Prawdopodobnie obiekty neolityczne zostały wkopane w warstwę ze spalenizną pochodzącą według pomiaru wieku z okresu Interpleniglacjału, a więc jeszcze wcześniejszą niż data uzyskana metodą ^{14}C

http://rcin.org.pl

tradycyjną (19980±460 lat BP, Ki 9251 — Kozłowski *et al.* 2003; Kalicki *et al.* 2005). Ta ostatnia mogła być także odmłodzona w wyniku domieszki węgli holoceńskich.

W celu przetestowania historii rozwoju szaty roślinnej holocenu w Europie Środkowej, wybrano po jednej próbce węgli graba i buka w celu uzyskania ich pomiaru wieku metodą AMS i tym samym potwierdzenia bądź odrzucenia tezy o ich wczesnym udokumentowaniu w okresie atlantyckim. Dla buka uzyskano datę 3285±30 BP (Poz-22308), natomiast dla graba 1060±30 BP (Poz-22309). Po raz kolejny spotkano się z przypadkiem zanieczyszczenia jam, tym razem młodszym materiałem (Lityńska-Zając *et al.* 2008). Ponadto powyższe przykłady występowania domieszki starszych i młodszych węgli w jamach neolitycznych pozwoliły zrozumieć istnienie wcześniejszych dat wskazujących na odmienną chronologię (Kozłowski *et al.* 2003; Kalicki *et al.* 2005).

Eger-Kővago, wschodnie Węgry

Na otwartym stanowisku Eger-Kővago, gdzie w silnie zredukowanym profilu deluwiów gliniasto-lessowych występowały ślady kilkufazowego osadnictwa paleolitycznego, szczególnie interesujący był ślad poziomu kulturowego na głębokości ok. 100–110 cm, z którym wiązać można pracownię późnoszelecką. Pobrano próby ziemi do szlamowania z założonych dwóch wykopów sondażowych. Zauważone w trakcie eksploracji większe skupiska węgli drzewnych zostały także zebrane ręcznie. Materiał botaniczny był niezwykle rzadki i tym samym uzyskano jedynie 27 fragmentów węgli drzewnych, wśród których oznaczono 4 taksony: *Fagus sylvatica*, *Prunus* sp., *Quercus* sp. oraz *Picea* sp. vel *Larix* sp. (Kozłowski *et al.* 2009). Węgle drzewne pochodziły z głębokości pomiędzy 60 a 110 cm, natomiast w celu uzyskania pomiaru wieku odpowiadającego najprawdopodobniej okresowi występowania kultury szeleckiej, zdecydowano się wysłać do laboratorium radiowęglowego tylko węgle pochodzące z głębokości 100–110 cm. Z punktu widzenia rozwoju roślinności w okresie poprzedzającym początek górnego Pleniglacjału (Djindjian *et al.* 1999; Willis *et al.* 2004; Damblon, Haesaerts 2002) założono, że najodpowiedniejsze z czterech wymienionych taksonów do pomiaru wieku górnopaleolitycznego stanowiska powinny być węgle drzewne należące do *Picea* sp. vel *Larix* sp., niemniej jednak wysłano również do datowania metodą AMS fragment należący do dębu (*Quercus* sp.) znaleziony w tej samej warstwie poniżej 1 m. Sprawdziły się przewidywania dotyczącego określenia wieku *Picea* sp. vel *Larix* sp. (28170 ±200 BP, Poz-9088). Datowany fragment dębu natomiast również zgodnie z przypuszczeniami okazał się być znacznie młodszy (5705±30 BP, Poz-19089; Kozłowski *et al.* 2009), a otrzymane wyniki wskazują na występowanie przemieszanego materiału botanicznego pochodzącego z różnych okresów. Można sobie wyobrazić sytuację, w której połączone w jedną próbkę zostałyby węgle drzewne obu wydatowanych taksonów. Wówczas uzyskany pomiar wieku byłby uśredniony w wyniku odmłodzenia *Picea* sp. vel *Larix* sp. holoceńskim węglem dębu. Podobny przypadek znany jest już z literatury (Damblon,

http://rcin.org.pl

Haesaerts 2002). Obecność fragmentów węgli holoceńskich można tłumaczyć bardzo głębokimi i wąskimi szczelinami z wysychania, które sięgały do ok. 1 m od powierzchni horyzontu Bt gleby holoceńskiej; niektóre z nich były trudne do makroskopowej obserwacji w przekrojach poziomych. Ich obecność wykazały dopiero obserwacje mikromorfologiczne (Kozłowski *et al.* 2009).

UWAGI KOŃCOWE

Opisane powyżej przykłady oznaczenia węgla drzewnego przed wysłaniem prób w celu pomiaru wieku metodą ^{14}C dowodzą, że przy analizie antrakologicznej próba nie ulega zniszczeniu i nadaje się do datowania. Uzyskane wyniki także wskazują jednoznacznie, że przemieszany materiał botaniczny może pojawić się nawet w przypadku stanowisk charakteryzujących się występowaniem tylko jednofazowych obiektów, jak to można było zaobserwawać w Moravanach. Oznaczenia gatunkowe nie zawsze jednak mogą w tak jednoznaczny sposób wskazać na problemy stratygraficzne i przedostanie się do obiektów niewielkiej ilości materiału zanieczyszczonego. Warto jednak podkreślić, że dokładniejsze oznaczenie drzew i krzewów przynależnych do różnych okresów klimatycznych na podstawie samego oznaczenia taksonomicznego nie zawsze jest możliwe. W Europie Środkowej rodzaje najczęściej pojawiające się w okresie plejstocenu, jak przykładowo brzoza, świerk, modrzew, sosna zwyczajna, mogły również wystąpić w okresie całego holocenu. Wówczas rzeczywiście analiza gatunkowa i stratygraficzna może wskazać jedynie na mniejsze lub większe prawdopodobieńswo przynależności danego taksonu do odpowiedniego okresu klimatycznego i tym samym w celu uzyskania wyniku pomiaru wieku, jako próbkę można byłoby wskazać najbardziej charakterystyczne dla niego taksony. Znacznie bardziej problematyczny może być materiał odpowiadający późniejszym okresom holoceńskim, gdyż pomiędzy listą gatunkową z epoki brązu, żelaza lub z okresu średniowiecza trudno byłoby wykazać różnice taksonomiczne. Niemniej jednak i tym przypadku należałoby wybrać najmłodsze gatunki we florze środkowoeuropejskiej takie jak grab i buk.

Analiza gatunkowa również pozwala wybrać najodpowiedniejsze fragmenty węgli drzewnych przeznaczonych na próbki podlegające pomiarowi wieku. Warto ponownie zwrócić uwagę, że wielokrotnie próby przesyłane do laboratorium antrakologicznego w celu oznaczenia i wybrania fragmentów węgli drzewnych nadających się do wydatowania są pozbawione tego typu materiału botanicznego. W zamian, w składzie prób można natrafić na rozmaite materiały, wśród których wymienić można fragmenty przepalonych kości, grudki ziemi zabarwione na czarno pyłem węglowym, fragmenty ziarniaków itp., które lepiej lub gorzej spełniają wymogi prób radiowęglowych.

Osobnym problemem jest przygotowywanie próbek do pomiaru wieku metodą konwencjonalną ^{14}C, które bez oznaczeń taksonomicznych może również być źródłem otrzymania opisywanych powyżej „nieodpowiednich" i „uśrednionych" dat (Lityńska-Zając

http://rcin.org.pl

1994). Tego rodzaju próba wymaga większej ilości węgla drzewnego (Walanus, Goslar 2004), co skłania archeologów do łączenia w jedną próbę różnych mniejszych fragmentów węgli pochodzących z jednej warstwy i/lub znalezionych w pewnej bliskości. Niestety założenie, że występujące obok siebie fragmenty węgli drzewnych zapewne pochodzą od jednego większego kawałka drewna, może być błędne w świetle wyników analiz prób antrakologicznych. W przypadku uzyskania węgli drzewnych o niewielkich rozmiarach, polecane jest zastosowanie metody akceleratorowej, bowiem najpewniej jest wydatować tylko jeden fragment węgla drzewnego.

Wybór węgli drzewnych odpowiednich do datowania metodą radiowęglową polega nie tylko na ich oznaczeniu taksonomicznym i wskazaniu gatunków o najwyższym prawdopodobieństwie występowania w danym okresie klimatycznym, lecz także bierze pod uwagę analizę części rośliny, z której dany fragment pochodzi. W przypadku gatunków drzew długowiecznych, jak na przykład dębu, pożądane stają się drobne gałązki oraz części zachowane wraz z korą, które wskazują na ostatni słój i moment ścięcia drzewa. Wśród gałęzi często spotykane są okazy liczące kilka lat, z których dodatkowo można odłamać fragment należący do ostatniego przyrostu rocznego. Nierzadko w próbie antrakologicznej spotykane są młode pędy, fragmenty szyszek, żołędzi, które również z powodu ich krótkiego życia, świetnie nadają się do pomiaru wieku (Ryc. 1; Pilchner 1991; Walanus, Goslar 2004).

Celem niniejszego artykułu było zwrócenie uwagi na wpływ oznaczenia węgli drzewnych przed wysłaniem próbki do laboratorium radiowęglowego. Analiza taksonomiczna węgli drzewnych pozwala częściowo zmniejszyć ryzyko wysłania zanieczyszczonej próbki do badań radiowęglowych, a w przypadku uzyskania dat rozbieżnych z przewidywanymi pozwoli lepiej zrozumieć dynamikę procesów podepozycyjnych na stanowisku. W rzeczywistości datowane są tylko szczątki roślinne, a tym samym pośrednio odpowiednie obiekty i warstwy archeologiczne, wobec czego warto wiedzieć, co zostaje datowane wysyłając próbkę do pomiaru wieku. Wybranie odpowiednich fragmentów może zredukować liczbę nienadających się do badań radiowęglowych próbek i zaoszczędzić niepotrzebnej pracy.

Podziękowania: Pragniemy podziękować dr hab. M. Lityńskiej-Zając oraz dr. M. Nowakowi i dr. Z. Mesterowi za współpracę na stanowiskach archeologicznych w Moravanach i Eger-Kővago. Dziękujemy również dr hab. M. Lityńskiej-Zając i prof. dr E. Badal za cenne uwagi dotyczące niniejszego tekstu oraz pracownikom Laboratorio de Microscopia Electrónica del Servicio Central de Soporte a la Investigación Experimental (Universitat de València) za możliwość użycia mikroskopu skaningowego do wykonania dokumentacji mikrofotograficznej. Specjalne podziękowania należą się programowi stypendiów doktoranckich V Segles (Universidad de Valencia).

http://rcin.org.pl

http://rcin.org.pl