

documenta
naturae
No. 76

München 1992

TERTIÄRE PFLANZEN

BULGARIENS



Die Palmen in alttertiärer Flora vom Rhodopen-Massiv
in Bulgarien

von E. PALAMAREV, A. PETKOVA & D. GGOV

Zusammenfassung: Aus verschiedenen paläogenen Ablagerungen bzw. Formationen sind im Rhodopen Massiv zahlreiche Palmen-Reste festgestellt worden. Ihre taxonomische Auswertung ergibt das Vorhandensein der Vertreter der Unterfamilien Coryphoideae und Phoenicoideae. Insgesamt sind 7 Taxa der Gattungen *Trachycarpus*, *Sabal*, *Palmophyllum* und *Phoenicites* analysiert worden.

Abstract: A great variety of palm remains was established in different Paleogene floras in the Rhodopes Region. The taxonomic analysis of these remains proved the presence of 7 taxa of the subfamilies Coryphoideae and Phoenicoideae with the following genera: *Trachycarpus*, *Sabal*, *Palmophyllum* and *Phoenicites*.

Inhalt:

1. Vorwort
2. Über die morphologischen und taxonomischen Besonderheiten der Palmen-Blätter
3. Systematischer Teil
 - 3.1. Arecaceae SCHULTZ - SCHULTZENSTEIN
 - 3.1.1. Subfam. Coryphoideae DRUDE
 - 3.1.1.1. *Trachycarpus* WENDLAND
 - 3.1.1.2. *Sabal* ADANSON
 - 3.1.1.3. *Palmophyllum* CONWENTZ
 - 3.1.2. Subfam. Phoenicoideae BECCARI
 - 3.1.2.1. *Phoenicites* BRONGNIART
 4. Literaturverzeichnis
 5. Tafelerklärungen

1. Vorwort

Der vorliegende Aufsatz ist als Fortsetzung unserer Reihe der floristischen Zusammensetzung des Rhodopen-Paläogens in Bulgarien gedacht (PALAMAREV et PETKOVA 1990, 1991). Er enthält die Ergebnisse der taxonomischen Bearbeitung der Palmen-Blattreste von verschiedenen lithostratigraphischen Einheiten (Forma-

Adresse der Autoren:

Bulgarische Akademie der Wissenschaften, Institut für Botanik, Sofia 1113

tionen) und Lokalfloren (Abb. 1).

Bemerkenswert ist, daß die einzelnen Lokalfloren meistens sehr reich an Palmenresten sind und damit stellen sie eine ungewöhnliche Erscheinung in der Tertiärflora Europas dar.

Die Angaben über die Geologie und Stratigraphie der pflanzenführenden Ablagerungen sind bereits von uns publiziert worden (PALAMAREV et PETKOVA 1990) und deswegen bringen wir hier nur Daten über die Formationen.

Besonderer Dank gebührt Herrn Dr. Gregor (Augsburg) für die Förderung der Drucklegung dieser Arbeit.

2. über die morphologischen und taxonomischen Besonderheiten der Palmen-Blätter

Das Palmen-Blatt ist nach Bestimmung von Esau (1980) eine der kompliziertesten Erscheinungen in der Entwicklung der Angiospermen-Blätter überhaupt. Aus diesem Grund sind die fossilen Palmen-Blätter aus taxonomischer Sicht ein

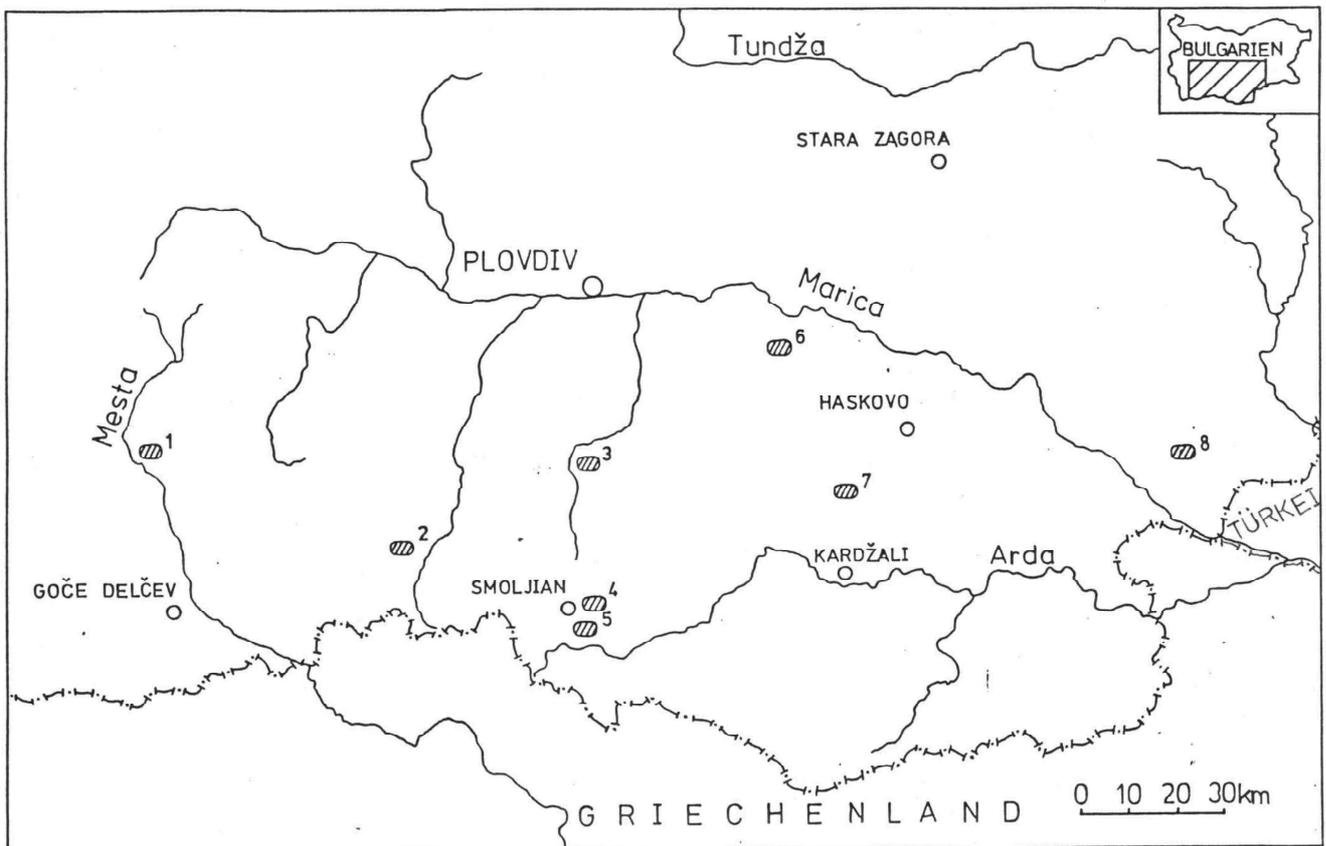


Abb. 1: Die geographische Lage der untersuchten lithostratigraphischen Formationen und Lokalfloren:

- | | | | |
|--------------------------|------------|--------------|------------|
| 1. Elešnitza, | 2. Borino, | 3. Pavelsko, | 4. Straža, |
| 5. Polkovnik Serafimova, | 6. Debar, | 7. Pčelarovo | |

außergewöhnliches Objekt. Deshalb ziehen die Forscher bei der Bestimmung die Benutzung der Organ-Genera, beispielsweise *Palmophyllum*, *Flabellaria*, *Palmacites*, *Sabalites*, *Phoenicites* usw., vor. In dieser Hinsicht beruhen unsere taxonomischen Auswertungen auf reichem fossilen und rezenten Material. Abgesehen davon, haben wir nicht alle taxonomischen Schwierigkeiten überwunden.

Für die Taxonomie der Palmen sind von besonderer Bedeutung folgende Merkmale: Typ der Blattspreite (Fächer- oder Fieder-Spreite mit verschiedenen Modifikationen); Gliederungsgrad bei Fächer-Blättern und das Ausmaß des sogenannten Palmans (ungeteilter Teil der Lamina); Zahl der einzelnen Blattsegmente; Vorhandensein oder Fehlen der Rhachis und ihr Charakter; morphologische Besonderheiten der Ventral- und Dorsalseite der Rhachis, d.h. Vorhandensein oder Fehlen von Hastulla; Charakter der Blattsegmente, induplikat oder reduplikat; Form, Maße und Nervatur der Segmente, besonders bei den Fiederpalmen (SAAKOV 1954; TAKHTAJAN 1958; IMCHANITZKAJA 1985).

In systematischer Sicht sind die Palmen im Rahmen der Klasse Liliopsida eine gut abgeordnete Familie, und somit spielen sie innerhalb der Arecideen eine wichtige phylogenetische Rolle (TAKHTAJAN 1987). Ihre Klassifikation ist bisher sehr strittig und es gibt kein allgemein anerkanntes System.

In der vorliegenden Arbeit ist das bevorzugte System jenes von POTZTAL (1964).

3. Systematischer Teil

Die morphologische Beschreibung wird nur für die neuen Taxa der fossilen Floren Bulgariens gemacht; die übrigen werden lediglich aus nomenklatorischer Sicht (incl. Synonym-Liste) erwähnt.

3.1. Familie Arecaceae SCHULTZ-SCHULTZENSTEIN

3.1.1. Unterfamilie Coryphoideae DRUDE

3.1.1.1. Gattung *Trachycarpus* WENDLAND

Trachycarpus rhapifolia (STERNBERG) TAKHTAJAN
Taf. 1, Fig. 1-4

1822. *Flabellaria raphifolia* STERNBERG, S. 32, Taf. 21, Fig. 1

1822. *Palmacites lamanonis* BRONGNIART, S. 121 (nom. nudum)

1842. *Flabellaria haeringiana* UNGER, S. 43, Taf. 14, Fig. 3

1852. *Flabellaria oxyrhachis* UNGER, S. 19, Taf. 9, Fig. 2-3

1859. *Sabal haeringiana* (UNGER) HEER, S. 378

1884. *Sabal ucrainica* SCHMALHAUSEN, S. 49, Taf. 5, Fig. 9-10

1910. *Chamaerops ucrainica* (SCHMALHAUSEN) KRASSNOV S. 88

1926. *Palaeoethrinax mantellii* REID et CHANDLER, S. 80, Taf. 5, Fig. 1-5

1958. *Trachycarpus rhapifolia* (STERNBERG) TAKHTAJAN, S. 1670, Taf. 4, Fig. 1-5

1964. *Trachycarpus rhapifolia* (STERNBERG) TAKHTAJAN;

PALAMAREV, S. 33, Taf. 14, Fig. 2-3

1974. *Palmacites raphifolia* (STERNBERG) JUNG, S. 15

Belege: 13 Blattabdrücke (fragmentarisch erhalten).

Beschreibung und Diskussion: Vgl. KONSTANTINOV (1937, sub nom. *Sabal haeringiana*) und PALAMAREV (1964).

Nomenklatorische Bemerkung: STERNBERG (1822) hat einen orthographischen Fehler mit dem Epitheton "*raphifolia*" zugelassen, denn das fossile Taxon einer Fächerpalme ist beispielsweise *Rhapis* L.f. et ALTON, aber nicht *Raphia* P. BEAUV., wozu letztere Vertreter der Fiederpalmen sind.

Vorkommen: Pavelsko (Sandstein-Argillite Formation) - Priabonien bis Unteroligozän; Polkovnik Serafimovo (Argillite der Serafimovska Formation) - Priabonien bis Unteroligozän; Straža (Sandstein-Argillite Formation) - Priabonien bis Unteroligozän; Pâstrogor (Pâstrogorska Formation) - Unteroligozän und Debâr (Sandstein-Argillite Formation) - Priabonien bis Unteroligozän.

Allgemeine geographische und stratigraphische Verbreitung: Das Areal der Art ist ziemlich ausgedehnt; es umfaßt das ganze Europa (excl. den nördlichen Teil), West- und Zentral-Asien. Das Taxon gehört zu den sogenannten Transit (Wander)-Arten, deren stratigraphische Reichweite das Lutetien bis Dacien umfaßt.

3.1.1.2. Gattung *Sabal* ADANSON

Sabal major (UNGER) HEER

Taf. 1, Fig. 5

1847. *Flabellaria major* UNGER, S. 42, Taf. 14, Fig. 2

1847. *Flabellaria maxima* UNGER, S. 200, Taf. 12, Fig. 1-2; Taf. 14, Fig. 1

1855. *Sabal major* (UNGER) HEER, S. 88, Taf. 35, Fig. 1-2; Taf. 36, Fig. 1-2

1865. *Sabalites major* (UNGER) SAPORTA, S. 82, Taf. 2, Fig. 1

1964 *Sabal major* (UNGER) HEER; PALAMAREV, S. 33

Belege: 11 Blattabdrücke (fragmentarisch erhalten).

Vorbemerkung: Bei dem ersten Nachweis der Art (PALAMAREV 1964) wurde keine morphologische Charakteristik angegeben. Deshalb sollte man die entsprechende Beschreibung hier hinzufügen.

Beschreibung: Fächerspreite asymmetrisch, zusammengesetzt von zahlreichen (etwa 40) Segmenten von induplikatem Typ. Der Stiel der Lamina endet in Form eines konischen Auswuchses in die Basis des Palmans, der nur auf der Oberseite der Lamina als ein ventraler Kamm (Hastulla) entwickelt ist.

Diskussion: Unter den rezenten *Sabal*-Arten hat die nordamerikanische (atlantische) Palme *Sabal minor* (JACQ.) PERS. eine sehr ähnliche Blattmorphologie.

Vorkommen: Borino (Borinska Formation) - Unteroligozän; Straža (Sandstein-Argillite Formation) - Priabonien bis Unteroligozän.

Allgemeine geographische und stratigraphische Verbreitung: Das Areal ist ausgedehnt, aber zusammengesetzt von mehreren Teilarealen in Europa, West- und Zentral-Asien. Das Chronoareal der Art ist Obereozän - Obermiozän.

Sabal cf. longirhachis (UNGER) comb. n.

Taf. 2, Fig. 1-2; Taf. 3, Fig. 2-3

1852. *Flabellaria longirhachis* UNGER, S. 19, Taf. 8, Fig. 1; Taf. 9, Fig. 1

1965. *Palmophyllum longirhachis* (UNGER) BAIKOVSKAJA, S. 373, Taf. 1, Fig. 2

Lectotypus: UNGER (op.c.), pl. 8, Fig. 1, Muthmannsdorf, Austria, Maas-trichtien.

Belege: 5 Blattabdrücke (fragmentarisch erhalten).

Beschreibung: Fächerspreite asymmetrisch, zusammengesetzt von 30-40 Segmenten, die unter einem Winkel von 35-40° gegenüber der Rhachis austreten; Rhachis sehr lang, reicht fast bis zum apikalen Teil des Palmans, der ebenso sehr breit ist, und umfaßt fast die ganze Lamina; die Blattsegmente sind vom induplikativen Typ, mit gut entwickeltem Mittelnerv und schwach ausgeprägten Seitennerven. Breite der Segmente: 0.9-1.6 cm.

Diskussion: Das beschriebene Taxon unterscheidet sich von allen fossilen Fächerpalmen durch die ungewöhnlich lange Rhachis, den breiten Palman und den spitzen Austrittswinkel der Segmente.

Bei manchen Vertretern der Gattungen *Sabal* ADANS., *Latania* JUSS. und *Pritchardia* WENDL. gibt es ähnliche morphologische Blattkombinationen (KOORDERS 1922; IMCHANITZKAJA 1985). Dieser Blatt-Typ ist als "kammfächerig" bestimmt worden und er stellt eigentlich eine Übergangsform zwischen typischen Fächer- und Fiederpalmen dar.

VISIANI (1867) hat *Latanites maximilianii* VIS. und deren Beziehungen zu der rezenten Gattung *Latania* JUSS. mitgeteilt. Nach dem Charakter der Segmente und ihrem Winkel steht das von uns besprochene Taxon wirklich der genannten Gattung sehr nahe; die lange Rhachis und die relativ schmalen Segmente unterscheiden es aber wesentlich von der erwähnten Gattung und gleichzeitig ähneln unsere Fossilien der Gattung *Sabal* ADANS.. Deswegen sind wir der Meinung, daß *Flabellaria longirhachis* UNGER eine *Sabal*-Art ist.

Vorkommen: Elešnitza (Untere tuffogene oder Elešnitza Formation); Pčelarovo (Sandstein-Argillite Formation) - Priabonien bis Unteroligozän.

Allgemeine geographische und stratigraphische Verbreitung: Das bisherige Areal der Art ist aus zwei oberkretazischen Teilarealen zusammengesetzt und begrenzt im Territorium Österreichs und Rumäniens. Der bulgarische Befund formiert ein neues Teilareal und erweitert die stratigraphische Amplitude der Art im Paläogen.

3.1.1.3. Organ-Gattung *Palmophyllum* CONWENTZ

Palmophyllum sp.

Taf. 5, Fig. 1-3

Belege: 26 Blattabdrücke (fragmentarisch erhalten).

Beschreibung: Fächerspreite, zusammengesetzt von breiten linearen, induplikativen Segmenten; Segmente 1.5-2.5 cm breit, mit gut ausgeprägtem Mittelnerv und undeutlichen, zahlreichen Seitennerven; Palman groß - etwa 15 cm im Radius.

Diskussion: Wir besitzen leider keine Fossilien mit erhaltener Rhachis und Hastulla, die die genauere Bestimmung erleichtern könnten. Nach dem Charakter der Segmente dürfte man gewisse Beziehungen zu den Gattungen *Chamaerops* L., *Corypha* L., *Livistona* R.BR. und *Licula* THUNB. (alle von Tribus Corypheae) akzeptieren.

Vorkommen: Elešnitza (Untere tuffogene oder Elešnitza Formation) - Priabonien bis Unteroligozän.

3.1.2. Unterfamilie Phoenicoideae BECCARI

3.1.2.1. Organ-Gattung *Phoenicites* BRONGNIART

Phoenicites borealis FRIEDRICH

Taf. 4, Fig. 3

1833. *Phoenicites borealis* FRIEDRICH, S. 17, Taf. 3, Fig. 1
 1976. *Phoenicites borealis* FRIEDRICH; RÜFFLE, S. 391, Taf. 64, Fig. 3;
 Taf. 66, Fig. 1-5; Abb. 10

Belege: 9 Blattabdrücke (fragmentarisch erhalten).

Beschreibung: Fiederspreite, zusammengesetzt von zahlreichen (etwa 60) Segmenten; Segmente linear-lanzettlich, mit Mittelnerv und parallelen Seitennerven, ganzrandig, sitzend, induplikater Typ, im Abstand von 2.0-2.5 cm aufeinanderfolgend. Länge der Segmente: ca. 15 cm; Breite 0.6-0.8 cm.

Diskussion: Nach morphologischen Merkmalen steht die fossile Art den rezenten Vertretern *Phoenix canariensis* CHABAUD und *P. sylvestris* ROXB. sehr nahe.

Nach RÜFFLE (1976) hat die besprochene Art in der anatomischen Struktur gewisse Verhältnisse mit manchen *Chamaedorea*-Arten gemeinsam; der Autor bietet aber keine neue taxonomische Lösung an.

Vorkommen: Elešnitza (Untere tuffogene oder Elešnitza Formation) - Priabonien bis Unteroligozän.

Allgemeine geographische und stratigraphische Verbreitung: Das Areal umfaßt bisher lediglich einzelne Regionen von West- und Mitteleuropa. Der bulgarische Befund formiert ein südosteuropäisches Teilareal der Art. Ihre stratigraphische Reichweite ist vom Mitteleozän bis zum Spätmiozän. Den jüngsten Fundort hat STAUB (1869) aus den sarmatischen Sedimenten in Ungarn mitgeteilt.

Phoenicites cf. spectabilis UNGER
 Taf. 3, Fig. 1, 4; Taf. 4, Fig. 1

1847. *Phoenicites spectabilis* UNGER, S. 39, Taf. 11, Fig. 1

Belege: 12 Blattabdrücke (fragmentarisch erhalten).

Beschreibung: Fiederspreite, zusammengesetzt von zahlreichen (etwa 20) Segmenten; Segmente breit-lanzettlich, ganzrandig, mit kurzem Stiel und schmaler Rhachis, vom induplikaten Typ, im Abstand von 2.0-2.5 cm aufeinanderfolgend, mit undeutlichem Mittelnerv und zahlreichen parallelen Seitennerven.

Länge der Segmente 18.0-20.0 cm; Breite 1.5-2.0 cm.

Diskussion: Die untersuchten Exemplare sind fragmentarisch erhalten und erlauben keine genauere Bestimmung. UNGER (1847) verglich die Art mit den rezenten Taxa *Phoenix dactylifera* L., *Bactris concinna* MART., *Coccus nucifera* L. und *Attalea spectabilis* DRUDE. Unserer Meinung nach hat das fossile Taxon Beziehungen vor allem zu *Phoenix paludosa* ROXB.

Vorkommen: Elešnitza (Untere tuffogene oder Elešnitza Formation) - Priabonien bis Unteroligozän.

Allgemeine geographische und stratigraphische Verbreitung: Das einzige bisher bekannte Teilareal der Art ist die sarmatische Flora von Radoboj in Kroatien. Der bulgarische Befund weist auf ein zweites Teilareal in Südosteuropa, dessen Alter Priabonien oder Unteroligozän ist.

Phoenicites sp.
 Taf. 4, Fig. 2; Taf. 5, Fig. 4

Belege: 14 Blattabdrücke (fragmentarisch erhalten).

Beschreibung: Fiederspreite, zusammengesetzt von relativ wenigen (etwa 10-15) Segmenten; Segmente lanzettlich, schwach sichelförmig, ganzrandig, von induplikatem Typ, mit kurzem Stiel (oder fast sitzend) und ausgeprägtem Mittel-

nerv; Rhachis schmal.

Länge der Segmente 6.0-7.0 cm; Breite 0.5-1.0 cm.

Diskussion: Die taxonomische Zugehörigkeit der Fossilien ist unsicher. Es gibt gewisse Merkmale, die auf eine Beziehung zu der Gattung *Chamaedorea* WILLD. hinweisen, nämlich *C. schiedeana* MART. und *C. sartori* MART.

Vorkommen: Elešnitza (Untere tuffogene oder Elešnitza Formation) - Priabonien bis Unteroligozän.

4. Literaturverzeichnis

- BAIKOVSKAJA, T. H. (1965): Über oberkretazische Pflanzen aus Transilvanien (Rumänien). - Bot. Žurn., 50,3: 371-374; Moskau-Leningrad.
- BRONGNIART, A. (1822): Sur la classification et la distribution de végétaux fossilles. - Mém. Mus. Hist. Nat., 8, 353-402; Paris.
- CHANDLER, M. E. J. (1962): The Lower Tertiary Floras of Southern England. - Brit. Mus. (Nat. Hist.), 2: 1-169; London.
- DEPAPE, G. (1922): Recherche sur la flore pliocène de la vallée du Rhône. - Ann. Sci. Nat., Bot., 4: 73-265, Paris.
- ESAU, K. (1980): Anatomie der Samenpflanzen. I-II., Verl. "Nauka", 558 S., Moskau.
- FRIEDRICH, P. (1833): Beiträge zur Kenntnis der Tertiärflora der Provinz Sachsen. - Abh. Geol. Preuss. Thür. Staaten, 4,3: 1-305; Berlin.
- HEER, O. (1855): Flora tertiaria Helvetiae. I., 117 S.; Winterthur.
- IMCHANITZKAJA, N. N. (1985): Die Palmen. Verl. "Nauka", 241 S.; Leningrad.
- JUNG, W. (1974): *Flabellaria raphifolia* STERNBERG. - Spec. hist. Bayer. Staatssamml. Paläont., Hist. Geol., 2: 11-15; München.
- KOORDERS, S. H. (1922): Exkursionsflora von Java. IV. G. Fischer, 430 S., Jena.
- KRASSNOV, A. N. (1910): Erste Daten über die Tertiärflora von Südrußland. - Tr. Soc. Forscher der Natur, Harkov. Univ., 44: 1-107; Harkov.
- PALAMAREV, E. (1964): Die paläobotanischen Untersuchungen des Čukurovo-Kohlenbeckens. - Mitt. Bot. Inst., 13: 5-80; Sofia.
- PALAMAREV, E. & PETKOVA, A. (1990): Die paläogene Flora von Rhodopen Gebiet. 1. Polypodiophyta - Polypodiopsida. - Fitologija, 38: 3-20; Sofia.
- PALAMAREV, E. & PETKOVA, A. (1991): Die paläogene Flora von Rhodopen Gebiet. 2. Pinophyta - Pinopsida. - Fitologija, 39: 23-32; Sofia.
- POTZTAL, E. (1964): Reihe Principes (Palmales, Arecales). - In: A. Englers Syllabus der Pflanzenfamilien. II. H. Melchior, 579-588; Berlin.
- REID, E. M. & CHANDLER, M. E. J. (1926): The Bembridge Flora. Brit. Mus. (Nat. Hist.), 1: 1-206; London.
- RÜFFLE, L. (1976): Myricaceae, Leguminosae, Icacinaceae, Sterculiaceae, Nymphaeaceae, Monocotyledones, Coniferae. In: Eozäne Floren des Geiseltales. - Abh. Zentr. Geol. Inst., 26: 337-429; Berlin.
- SAAKOV, G. (1954): Palmen und ihre Kultur in der UdSSR. Verl. Ak. Wiss., 319 S.; Moskau-Leningrad.
- STERNBERG, K. (1822): Versuch einer geognostisch botanischen Darstellung der Flora der Vorwelt. I., 35 S.; Regensburg.
- TAKHTAJAN, A. L. (1958): Über die Systematik tertiärer Fächerpalmen in der UdSSR. - Bot. Žurn., 43, 12: 1661-1674; Moskau-Leningrad.
- UNGER, F. (1847): Chloris protogaea. Beiträge zur Flora der Vorwelt, 150 S.; Leipzig.
- UNGER, F. (1852): Iconographia plantarum fossilium. - Denkschr. Ak. Wiss.,

math.-nat. Cl., 4: 3-46; Vindobonae.
 VISIANI, R. (1867): Di una palma fossile opra una nuova specie. - Att. Ac.
 Sci., 3, 24: 1-6; Padova.

5. Tafelerklärungen

Alle abgebildeten Fossilien der Flora vom Rhodopen Massiv befinden sich in der Abteilung für Paläobotanik und Palynologie des Botanischen Instituts der Bulg. Akademie der Wissenschaften unter verschiedenem Index, der in den Tafeln vermerkt ist.

Alle Fossilien sind zweimal verkleinert.

Tafel 1

Fig. 1-4: *Trachycarpus rhapifolia* (STERNBERG) TAKHTAJAN

- 1: Polkovnik Serafimovo, PS 101
- 2: Pâstrogor, Pa 24
- 3: Pavelsko, P 80
- 4: Straža, SM 2

Fig. 5: *Sabal major* (UNGER) HEER, Borino, B 33

Tafel 2

Fig. 1-2: *Sabal cf. longirhachis* (UNGER) comb. n.

- 1: Straža, Sm 21
- 2: Elešnitza, E 72

Fig. 3: *Phoenicites* sp., Elešnitza, E 258

Tafel 3

Fig. 1,4: *Phoenicites cf. spectabilis* FRIEDRICH

- 1: Elešnitza, E 308
- 4: Elešnitza, E 275

Fig. 2-3: *Sabal cf. longirhachis* (UNGER) comb. n.

- 2: Elešnitza, E 208
- 3: Elešnitza, E 30

Tafel 4

Fig. 1: *Phoenicites cf. spectabilis* UNGER, Elešnitza, E 278

Fig. 2: *Phoenicites* sp., Elešnitza, E 265

Fig. 3: *Phoenicites borealis* FRIEDRICH, Elešnitza, E 36

Tafel 5

Fig. 1-3: *Palmophyllum* sp.

1: Elešnitza, E 141

2: Elešnitza, E 28

3: Elešnitza, E 137

Fig. 4: *Phoenicites* sp., Elešnitza, E 266

Taxonomische Zusammensetzung der Gattungen *Populus* L. und
Alnus GAERTN. in der fossilen Flora von Satovca Graben
in West-Rhodopen (Bulgarien)

von V. BOZUKOV & E. PALAMAREV

Zusammenfassung: Aus den neogenen Ablagerungen des Satovca Grabens im Rhodopen Gebiet (Südbulgarien) werden Blattformen von *Populus* und *Alnus* analysiert. Die taxonomische Auswertung der Fossilien von *Populus* ergibt das Vorhandensein von Vertretern der Sektionen *Tacamahaca* (*P. balsamoides*, *P. zaddachii*) und *Aigeiros* (*P. populina*). Die Variabilität der Blattformen wird aufgezeigt. Die Gattung *Alnus* ist durch die Subgenera *Alnaster* (*A. crebrinervis*, *A. palaeorhodopaea* sp. n.) und *Gymnothyrsus* (*A. ducalis*, *A. subcordata* foss.) vertreten.

Abstract: The study analyses leaf forms of species belonging to the genera *Populus* and *Alnus* found in the Miocene sediments of Satovca graben. Taxa of *Populus* from sections *Tacamahaca* (*P. balsamoides*, *P. zaddachii*) and *Aigeiros* (*P. populina*) and taxa of *Alnus* from subgenera *Alnaster* (*A. crebrinervis*, *A. palaeorhodopaea* sp. n.) and *Gymnothyrsus* (*A. ducalis*, *A. subcordata* foss.) were identified. The intraspecific variability within the genus *Populus* was studied.

Inhalt:

1. Vorwort
2. Systematischer Teil
 - 2.1. Salicaceae MIRBEL
 - 2.1.1. *Populus* LINNÉ
 - 2.1.1.1. Sektion *Tacamahaca* SPACH
 - 2.1.1.2. Sektion *Aigeiros* DUBY
 - 2.2. Betulaceae S. F. GRAY
 - 2.2.1. *Alnus* GAERTNER
 - 2.2.1.1. Subgenus *Alnaster* (SPACH) ENDLICHER
 - 2.2.1.2. Subgenus *Gymnothyrsus* (SPACH) REGEL
 3. Literaturverzeichnis
 4. Tafelerklärungen

Adresse der Autoren:

Bulgarische Akademie der Wissenschaften, Institut für Botanik, Sofia 1113

1. Vorwort

Der Satovca Graben ist auf dem südlichen Hang der West-Rhodopen gelegen (Abb. 1). Er ist von Sedimenten und vulkanogenen Gesteinen tertiären Alters ausgefüllt. Die Sedimente gehören nach BORISSOV et al. (1973) zu dem sogenannten zweiten paläogenen Horizont, welcher oligozänen Alters ist.

VACEV et PIRUMOVA (1983) haben zwei Formationen im Rahmen des Grabens differenziert: Satovcanska mit unteroligozänem Alter und Siviska mit mittel- bis obermiozänem Alter. Gerade die Ablagerungen der zweiten Formation sind an Pflanzenfossilien sehr reich, die zur Zeit taxonomisch bearbeitet werden (PALAMAREV et al. 1991; PALAMAREV et BOZUKOV 1992). Die Sedimente dieser Formation sind hauptsächlich von feinkörnigen Sandsteinen, Alevrolithen, sandigen Tonen und Diatomiten aufgebaut, deren Mächtigkeit etwa 120 m beträgt. Die pflanzenführenden Schichten haben unserer Meinung nach einen Übergangscharakter zwischen Untermiozän (bzw. Karpatien) und Frühmittelmiozän (bzw. Badenien).

Die vorliegende Arbeit umfaßt die Ergebnisse der taxonomischen Auswertung von *Populus*- und *Alnus*-Blättern. Aufgrund der großen Menge von Belegexemplaren (mehr als 200) ist bei der Gattung *Populus* die innerartliche Variabilität zu verfolgen und Sonderformen in der Variationsbreite von festgestellten Arten zu differenzieren.

Herrn Dr. H.-J. GREGOR (Augsburg) gebührt besonderer Dank für die Förderung der Drucklegung dieser Arbeit.

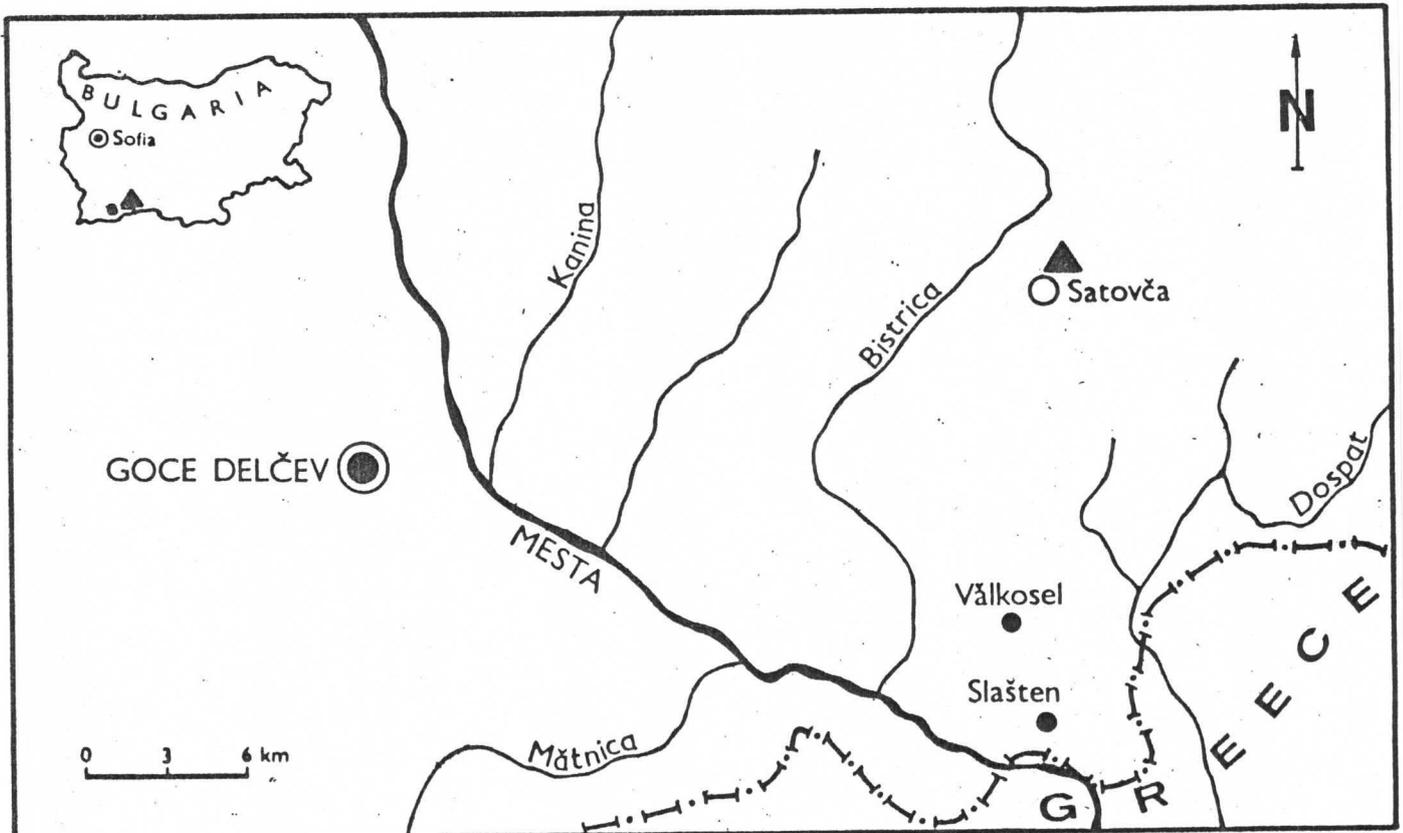


Abb. 1: Die geographische Lage des Satovca Grabens und der fossilen Fundstelle (Dreieck).

2. Systematischer Teil

2.1. Familie Salicaceae MIRBEL

2.1.1. Gattung *POPULUS* LINNÉ

2.1.1.1. Sektion *Tacamahaca* SPACH

Populus balsamoides GOEPPERT

Taf. 6, Fig. 2; Taf. 7, Fig. 1; Taf. 9, Fig. 1-2

1855. *Populus balsamoides* GOEPPERT, S. 23, Taf. 15, Fig. 5-6

1855. *Populus emarginata* GOEPPERT, S. 24, Taf. 15, Fig. 2-4

1937. *Populus balsamoides* GOEPPERT; KONSTANTINOV, S. 261, Taf. 2, Fig. 9

Belege: 118 Blattabdrücke.

Beschreibung und Diskussion: Vgl. KONSTANTINOV (1937).

Variabilität:

a) forma *balsamoides* (Taf. 9, Fig. 2). Blätter schmal- bis breiteiförmig mit horizontal abgesetzter oder abgerundeter Basis; der Abstand zwischen den Sekundärnerven fast gleich dem Abstand zwischen basalem und erstem Sekundärnerven-Paar; die Basal- und Sekundärnerven treten unter gleichem Winkel aus.

Vorkommen: Satovča - Sivik Formation (Mittelmiozän?).

b) forma *jarmolenkoi* (ILJINSKAJA) comb. n. (Taf. 6, Fig. 2; Taf. 7, Fig. 1). - 1956. *Populus balsamoides* GOEPPERT var. *jarmolenkoi* ILJINSKAJA in KRYSHTOFOVICH et al., S. 72, Taf. 8, Fig. 4; Taf. 12, Fig. 12; Abb. 4.

Blätter eiförmig bis breiteiförmig mit abgerundeter oder herzförmiger Basis; der Abstand zwischen Basal- und erstem Sekundärnerven-Paar wesentlich größer als der Abstand zwischen den übrigen Sekundärnerven; die Basalnerven stets unter kleinerem Winkel als alle übrigen Sekundärnerven austretend.

Vorkommen: Satovča - Sivik Formation (Mittelmiozän?).

Bemerkung: Der Blattpolymorphismus ist bei den Pappeln sehr groß. Man kann bei vielen Arten eine ganze Menge von Übergangsformen feststellen, die keine geographische oder räumliche Lokalisierung zeigen. Deswegen hat die festgestellte Variabilität unserer Meinung nach einen niedrigen taxonomischen Rang. Wir ziehen vor, die Blattunterschiede als Formen zu betrachten.

Allgemeine geographische und stratigraphische Verbreitung: Das Areal der Art umfaßt das ganze Europa (excl. die nördlichen Regionen), West- und Zentral-Asien. Die stratigraphische Amplitude ist auch sehr ausgedehnt: vom Mitteloligozän bis zum Frühpliozän.

Populus zaddachii HEER

Taf. 6, Fig. 1; Taf. 8, Fig. 2; Taf. 9, Fig. 3-4

1859. *Populus zaddachii* HEER, S. 307 (nom. nudum)

1860. *Populus zaddachii* HEER in ZADDACH, S. 29, Taf. 4, Fig. 1-2

1978. *Populus zaddachii* HEER; MAI et WALTHER, S. 81, Taf. 40, Fig. 1-3; Taf. 41, Fig. 1-7; Taf. 42, Fig. 1-6; Bild 1:1, 2:1-6

Belege: 103 Blattabdrücke.

Beschreibung: Blätter elliptisch, länglich-eiförmig bis breiteiförmig mit langem Stiel; die Basis abgerundet oder schwach herzförmig; der apikale Teil kurz

verschmälert, zugespitzt; der Blattrand gezähnt, die Zähne groß, abgerundet, mit scharfwinkeligem Sinus, zum Apex gerichtet. Die Sekundärnerven vom semi-craspedodromen Typ; der Mittelnerv gerade, zum Apex hin wird er schwach dünn. Die basalen Nerven sind 2 Paare, unregelmäßig entwickelt; das erste Paar ist stark entwickelt und endet im letzten Drittel der Spreite unter einem Winkel von 25-35°; das zweite basale Paar ist sehr schwach entwickelt, die Nerven sind kurz und erlöschen in Tertiärnervenmaschen. Das erste Sekundärnerven-Paar liegt stets in wesentlichem Abstand von den basalen Nerven.

Die Sekundärnerven sind bogenförmig, unter einem Winkel von 40-45°, nacheinander gestellt. Tertiärnerven treten in einem Winkel von 70-80° aus den Sekundärnerven aus und bilden ein Netz von polygonalen Maschen.

Die Größe unserer Blätter reicht von 4.0-13.5 cm in der Länge und 3.3-9.2 cm in der Breite; die Länge des Blattstieles ist 2.0-3.1 cm.

Diskussion: Die Blattmorphologie der besprochenen Art zeigt ziemlich spezifische Merkmale, die eindeutig auf die Verwandtschaft zu den Pappeln aus der Sektion *Tacamahaca* SPACH hinweisen. In dieser Hinsicht können wir vor allem *Populus catthayana* REHDER und *P. trichocarpa* HOOKER in Betracht ziehen.

MAI et WALTHER (1991) nehmen noch Beziehungen zu einigen Vertretern der Sektion *Leicoides* SPACH, nämlich *Populus lasiocarpa* OLIV. und *P. violascens* DODE an.

Variabilität:

a) forma *zaddachii* (Taf. 6, Fig. 1; Taf. 8, Fig. 4). Blätter eiförmig bis breit-eiförmig; Basalnerven bogenförmig.

MAI et WALTHER (1991) nehmen an, daß manche Formen von *Populus balsamoides* GOEPP. var. *jarmolenkoi* ILJINSKAJA auch zu *P. zaddachii* gehören können.

Vorkommen: Satovča - Sivik Formation (Mittelmiozän?).

b) forma *elliptica* n. f. (Taf. 8, Fig. 2; Taf. 9, Fig. 3-4)

Holotypus: Taf. 9, Fig. 4.

Blätter länglich eiförmig bis elliptisch; Basalnerven stets gerade.

Vorkommen: Satovca - Sivik Formation (Mittelmiozän?).

Allgemeine geographische und stratigraphische Verbreitung: Das bisherige Areal der Art ist disjunkt und begrenzt in Europa; es umfaßt einzelne Regionen von West- und Mitteleuropa. Die bisherigen Angaben haben *P. zaddachii* als ein vor allem oligozänes Element ausgewiesen (MAI et WALTHER, 1991). Unser Befund ist also der jüngste in der Tertiärflora Europas und weist gleichzeitig auf ein südöstliches Teilareal der Art hin.

2.1.1.2. Sektion *Aigeiros* DUBY

Populus populina (BRONGNIART) KNOBLOCH

Taf. 7, Fig. 2-3; Taf. 8, Fig. 1,3

1822. *Phyllites populina* BRONGNIART, S. 237, Taf. 24, Fig. 4

1836. *Populus latior* A. BRAUN in BUCKLAND, S. 512 (nom. nudum)

1964. *Populus populina* (BRONGNIART) KNOBLOCH, S. 601

1987. *Populus populina* (BRONGNIART) KNOBLOCH; PALAMAREV et PETKOVA, S. 96, Taf. 26, Fig. 1-3

Belege: 55 Blattabdrücke.

Beschreibung und Diskussion: Vgl. PALAMAREV et PETKOVA (1987).

Variabilität:

a) forma *populina* (Taf. 7, Fig. 3; Taf. 8, Fig. 3). Blätter breiteiförmig; die Länge der Lamina größer oder gleich der Breite; der apikale Teil stets kurz verschmälert und zugespitzt.

Vorkommen: Satovča - Sivik Formation (Mittelmiozän?).

b) forma *rotundata* (HEER) comb. n. (Taf. 7, Fig. 2; Taf. 8, Fig. 1). - 1856. *Populus latior* A. BR. var. *rotundata* HEER, S. 4, Taf. 56, Fig. 4-7.

Blätter sehr breit eiförmig; die Breite der Lamina stets größer als die Länge; der apikale Teil kurz verschmälert und abgerundet.

Vorkommen: Satovča - Sivik Formation (Mittelmiozän?).

Allgemeine geographische und stratigraphische Verbreitung: Das Areal der Art ist ziemlich ausgedehnt; es umfaßt fast das ganze Europa (excl. den nördlichen Teil), West- und Zentral-Asien. Die stratigraphische Reichweite ist ebenso groß - vom Oberoligozän bis zum Frühpliozän.

2.2. Familie Betulaceae S. F. GRAY**2.2.1. Gattung ALNUS GAERTNER****2.2.1.1. Subgenus Alnaster (SPACH) ENDLICHER**

Alnus crebrinervis E. KOVACS

Taf. 10, Fig. 4; Taf. 11, Fig. 1

1957. *Alnus crebrinervis* E. KOVACS, S. 436, Taf. 22, Fig. 5

1959. *Alnus crebrinervis* E. KOVACS; ANDREANSZKY, S. 88, Taf. 21, Fig. 2; Taf. 22, Fig. 1-2; Taf. 67, Fig. 3; Abb 63

1951. *Alnus incana* (L.) MOENCH; STEFANOFF et GANCEFF, S. 164, Fig. 12

Belege: 26 Blattabdrücke.

Beschreibung: Blätter schmal- bis breiteiförmig; die Basis abgerundet oder herzförmig; der apikale Teil kurz verschmälert, zugespitzt; Blattrand doppelgesägt, die Zähne erster Ordnung wesentlich größer und hakenförmig. Die Sekundärnerven vom craspedodromen Typ, 12-14 Paare, gegenständig oder aufeinanderfolgend, gerade, gabelabzweigend, unter Winkeln von 50-60°; Zwischennerven fehlen; Tertiärnerven wellenförmig, parallel, treten in Winkeln von 60-80° aus den Sekundärnerven aus.

Die Größe der Blätter reicht von 8.0-12.0 cm in der Länge und von 5.0-9.5 cm in der Breite; die Länge des Blattstieles ist 1.0-1.4 cm.

Diskussion: Nach KOVACS (1957) und ANDREANSZKY (1959) ist die fossile Art vom Verwandtschaftskreis der südamerikanischen Art *Alnus jorullensis* H. B. K. Die Blätter dieser Art sind jedoch fast ganzrandig, mit meist 7 Nervenpaaren (KRÜSSMANN 1976). Aus phytogeographischer Sicht ist diese Vergleichsart auch unannehmbar. Am nächsten verwandt scheint die nordamerikanische Art *A. sinuata* (REGEL) RYDB. (aus Subgenus *Alnaster*) zu sein.

Die Fossilien, die von STEFANOFF et GANCEFF (1951) als *Alnus incana* L. bestimmt worden sind, gehören eigentlich zu *A. crebrinervis*, da sie den spezifisch gezähnten Rand und meist 14 Nervenpaare besitzen.

Vorkommen: Satovča - Sivik Formation (Mittelmiozän?).

Allgemeine geographische und stratigraphische Verbreitung: Das bisherige Areal der Art schließt Regionen von Mittel- und Osteuropa ein. Der bulgarische Befund formiert ein südöstliches Teilareal mit mittelmiozänem Alter. Die stra-

tigraphische Amplitude der Art ist Mittelmiozän - Frühplozän.

Alnus palaeorhodopaea sp. n.

Taf. 12, Fig. 1-4

Belege: 23 Blattabdrücke.

Holotypus: Taf. 12, Fig. 1, Cat. No. 1105

Isotypus: Taf. 12, Fig. 2, Cat. No. 529

Locus typicus: West Rhodopen, Dorf Satovca, Kreis Goce Delcev.

Stratum typicum: Alevrolithe und Diatomite der Sivik Formation. Mittelmiozän (Badenien?).

Derivation nominis: Nach dem Rhodopen-Bergmassiv benannt.

Diagnose: Blätter eiförmig bis länglich eiförmig; die Basis abgerundet oder keilförmig; der apikale Teil verschmälert und deutlich attenuat, zugespitzt. Blattrand doppelgezähnt, die Zähne scharf. Nervatur craspedodrom. Mittelnerv gerade; die Sekundärnerven gerade oder etwas umgekehrt gebogen (konvex), gabeln sich häufig ein- bis zweimal, 14-16 Paare, entspringen in Winkeln von 40-45°, verlaufen untereinander parallel; Zwischensekundärnerven fehlen. Tertiärnerven wellenförmig, treten in annähernd rechtem Winkel aus den Sekundärnerven aus und bilden ein feinmaschiges Netz.

Die Länge der Lamina ist 8.0-12.0 cm; die Breite 3.5-5.5 cm; Blattstiel 1.5 cm lang.

Diskussion: Drei wichtige Merkmale unterscheiden das neue Taxon von den bereits bekannten europäischen *Alnus*-Arten: attenuater Apex, Vorhandensein der umgekehrt (konvex) gebogenen Sekundärnerven und große Zahl der Sekundärnerven-Paare. Aus tertiärer Flora Westasiens ist auch kein ähnliches Taxon bekannt. Nur bei *Alnus angustifolia* KOLAKOVSKY aus pontischer Flora Abchasiens gibt es gewisse Ähnlichkeiten in der Nervatur: 10-12 Sekundärnerven-Paare (KOLAKOVSKY 1964).

Auffällig groß ist die morphologische Übereinstimmung von *A. palaeorhodopaea* mit der rezenten ostasiatischen *A. firma* SIEBOLD et ZUCCARINI was Form, Nervatur und Größe angeht. Diese Ähnlichkeit ist besonders bei *A. firma* var. *hirtella* FRANCH. et SAV. stark ausgeprägt (Taf. 12, Fig. 5-6).

2.2.1.2. Subgenus *Gymnothyrsus* (SPACH) REGEL

Alnus ducalis (GAUDIN) KNOBLOCH

Taf. 11, Fig. 2, 4-6

1858. *Rhamnus ducalis* GAUDIN, S. 39, Taf. 9, Fig. 6-9

1867. *Alnus hörnesii* STUR, S. 159, Taf. 4, Fig. 1

1929. *Alnus stenophylla* SAPORTA et MARION; STOJANOFF et STEFANOFF, S. 42, Taf. 5, Fig. 6-7, Abb. 11:5

1935. *Alnus subcordata* C. A. MEY.; STEFANOFF et JORDANOFF, S. 33, Taf. 7, Fig. 11; Taf. 8, Fig. 1-3; Abb. 33

1950. *Alnus dimitrovii* D. JORDANOFF et KITANOV, S. 7, Fig. 1-3

1969. *Alnus ducalis* (GAUDIN) KNOBLOCH, S. 69, Taf. 28, Fig. 1-3; Taf. 29, Fig. 1-5; Taf. 31, Fig. 1-2; Taf. 32, Fig. 5; Taf. 33, Fig. 4-5; Taf. 34, Fig. 1-2; Taf. 35, Fig. 5; Taf. 53, Fig. 9; Taf. 75, Fig. 4; Abb. 159-166

1981. *Alnus ducalis* (GAUDIN) KNOBLOCH; B. KITANOV et G. KITANOV, S. 73, Fig. 1: 1-4

Belege: 11 Blattabdrücke.

Beschreibung und Diskussion: Vgl. JORDANOFF et KITANOV (1950) und B. KITANOV et G. KITANOV (1981).

Vorkommen: Satovča - Sivik Formation (Mittelmiozän?).

Allgemeine geographische und stratigraphische Verbreitung: Das Areal der Art ist relativ ausgedehnt; es umfaßt Mittel-, Süd-, Ost- und Südosteuropa. Sein Alter ist vom Mittelmiozän bis zum Frühpliozän registriert worden. Die Art stellt ein rein europäisches tertiäres Element dar.

Alnus aff. *subcordata* C. A. MEY.

Taf. 10, Fig. 1-3

1984. *Alnus incana* (L.) MOENCH foss.; KITANOV, S. 58, Fig. 9:5

1988. *Alnus subcordata* C. A. MEY. foss.; PALAMAREV et KITANOV, S. 192, Taf. 8, Fig. 5

Belege: 13 Blattabdrücke.

Beschreibung und Diskussion: Vgl. PALAMAREV et KITANOV (1988).

Vorkommen: Satovča - Sivik Formation (Mittelmiozän?).

Allgemeine geographische und stratigraphische Verbreitung: Das Areal des fossilen Taxons ist disjunkt. Es umfaßt einzelne Regionen von Mittel- und Südosteuropa sowie West-Asien. Sein Alter ist vom Mittelmiozän bis zum Frühpliozän zu benennen.

3. Literaturverzeichnis

- ANDREANSZKY, G. (1959): Die Flora der sarmatischen Stufe in Ungarn. Akademia Kiado, 360 S.; Budapest.
- BORISSOV, H., KATSKOV, N. & HRISTANOVA, M. (1973): Lithology of the Tertiary Sediments in the Southern part of Western Rhodopes. - Rev. bulg. geol. Soc., 34,2: 161-172; Sofia.
- BRONGNIART, A. (1822): Sur la classification et la distribution des végétaux fossiles en général et sur ceux des terrains de sediment supérieur en particulier. - Mém. Mus. Hist. Nat., 8: 203-240; Paris.
- BUCKLAND, W. (1836): Geology and Mineralogy with reference to Natural Theology. 1-3: 510-515; London.
- GAUDIN, CH. & STROZZI, C. (1858): Mémoires sur quelques gisements de feuilles fossiles de la Toscana. - N. Denkschr. allg. Ges. Naturwiss., 16: 1-47; Zürich.
- GOEPPERT, H. R. (1855): Die tertiäre Flora von Schoßnitz in Schlesien. 52 S.; Görlitz.
- HEER, O. (1856-1859): Flora tertiaria Helvetiae. II-III. Winterthur. II: 1-110; III: 1-378.
- JORDANOV, D. & KITANOV, B. (1950): *Alnus dimitrovii* sp. n. aus dem Tertiär von Nevrokop. - Mitt. Bot. Inst., 1: 8-17; Sofia.
- KITANOV, B. & KITANOV, G. (1981): Critical remarks on two fossil species of genus *Alnus* Gaertn. - Ann. Univ., Fac. Biol., Bot., 74, 2: 73-76; Sofia.
- KNOBLOCH, E. (1964): Haben *Cinnamomum scheuchzeri* HEER und *C. polymorphum* (A. BR.) HEER richtige Namen? - N. Jb. Geol. Palaeontol. Mh., 10: 597-603; Stuttgart.
- KNOBLOCH, E. (1969): Tertiäre Floren von Mähren. Mor. Mus., 201 S.; Brno.

- KOLAKOVSKY, A. (1964): Die pliozäne Flora von Kodor. Suchum. Bot. Gard., 209 S.; Suchumi.
- KONSTANTINOV, G. (1937): Paläobotanische Studien der tertiären Kohlenreviere Südwestbulgariens. - Abh. Bodenschätze, Bergbauindustrie, 9: 257-270; Sofia.
- KOVACS, E. (1957): Comparative studies on the Sarmatian flora and ecology of Banhorvati and other localities. - Földt. Közl., 84, 4: 425-446; Budapest.
- KRYSHTOFOVICH, A., PALIBIN, I., ŠAPARENKO, K., JARMOLENKO, A., BAIKOVSKAJA, T., GRUBOV, V. & ILJINSKAJA, I. (1956): Die oligozäne Flora von Aschutas in Kazachstan. - Palaeobotanika, 1: 3-171; Moskau-Leningrad.
- KRÜSSMANN, G. (1976): Handbuch der Laubgehölze. I. P. Parey, 486 S.; Berlin-Hamburg.
- MAI, D. H. & WALTHER, H. (1978): Die Floren der Haselbacher Serie im Weißelster Becken. - Abh. Staatl. Mus. Min. Geol., 28: 1-102; Dresden.
- MAI, D. H. & WALTHER, H. (1991): Die oligozänen und untermiozänen Floren NW-Sachsens und des Bitterfelder Raumes. - Abh. Staatl. Mus. Min. Geol., 38: 16-230; Dresden.
- PALAMAREV, E. & BOZUKOV, V. (1992): On the tertiary History of Genus *Acer* L. in Bulgaria. - Geol. Balcanica, 3: 3-17; Sofia.
- PALAMAREV, E. & KITANOV, G. (1988): Fossil Macroflora from Beli Brjag coal-basin in Bulgaria. - In: "100th Anniversary of Academician N. Stojanov": 183-205; Sofia.
- PALAMAREV, E. & PETKOVA, A. (1987): Die sarmatische Macroflora Bulgariens. - Les fossiles de Bulgarie, 8, 1: 5-275; Sofia.
- PALAMAREV, E., USUNOVA, K. & BOJANOVA, I. (1991): Fossil Plants of Class Pinopsida from the Neogene Sediments of Satovča graben in Rhodopes Region (Southwest Bulgaria). - Doc. naturae, 66: 1-16; München.
- STEFANOFF, B. & GANCEFF, A. (1951): *Stewartia* L. und *Gordonia* ELLIS (Theaceae) in der Pliozänflora Bulgariens. - Mitt. Bot. Inst., 1: 163-174; Sofia.
- STEFANOFF, B. & JORDANOFF, D. (1935): Studies upon the pliocene flora of the plain of Sofia. - Sb. Bulg. Ac. Sci., 29: 3-150; Sofia.
- STOJANOFF, N. & STEFANOFF, B. (1929): Beitrag zur Kenntnis der Pliozänflora der Ebene von Sofia. - Ztschr. bulg. Geol. Ges., 2, 3: 3-110; Sofia.
- STUR, D. (1867): Beiträge zur Kenntnis der Flora der Süßwasserquarze, der Congerien- und Cerithien-Schichten im Wiener und Ungarischen Becken. - Jb. kais. königl. Geol. Reichsanst., 17: 77-188; Wien.
- VACEV, M. & PIRUMOVA, L. (1983): Lithostratigraphy of the Tertiary Sediments from Satovča graben. - In: Scientif. Conference of HMGI: 169-179; Sofia.
- ZADDACH, G. (1860): über die Bernstein- und Braunkohlenlager des Samlandes. 44 S.; Königsberg.

4. Tafelerklärungen

Alle abgebildeten Fossilien der Flora von Satovča-Graben befinden sich in der Abteilung für Paläobotanik und Palynologie des Botanischen Instituts der Bulg. Akademie der Wissenschaften unter dem Index CAT.

Tafel 6

- Fig. 1: *Populus zaddachii* HEER f. *zaddachii*, 1:1, CAT 103
- Fig. 2: *Populus balsamoides* GOEPPERT f. *jarmolenkoi* (ILJINSKAJA) comb. n., 1:1, CAT 2058

Tafel 7

- Fig. 1: *Populus balsamoides* GOEPPERT f. *jarmolenkoi* (ILJINSKAJA) comb. n., 1:1, CAT 428a
- Fig. 2-3: *Populus populina* (BRONGNIART) KNOBLOCH
 2: f. *rotundata* (HEER) comb. n., 1:1, CAT 62
 3: f. *populina*, 1:1, CAT 1329

Tafel 8

- Fig. 1,3: *Populus populina* (BRONGNIART) KNOBLOCH
 1: f. *rotundata* (HEER) comb. n., 1:1, CAT 581
 3: f. *populina*, 1:1, CAT 425
- Fig. 2,4: *Populus zaddachii* HEER
 2: f. *elliptica* n. f., 1:1, CAT 1710
 4: f. *zaddachii*, 1:1, CAT 279

Tafel 9

- Fig. 1-2: *Populus balsamoides* GOEPPERT
 1: f. *jarmolenkoi* (ILJINSKAJA) comb. n., 1:1, CAT 428b
 2: f. *balsamoides*, 1:1, CAT 1365
- Fig. 3-4: *Populus zaddachii* HEER
 3: f. *elliptica* f. n., 1:1, CAT 1181
 4: f. *elliptica* f. n., 1:1, CAT 2057

Tafel 10

- Fig. 1-3: *Alnus* aff. *subcordata* C. A. MEY.
 1: CAT 813, 1:1
 2: CAT 2102, 1:1
 3: CAT 1047, 1:1
- Fig. 4: *Alnus crebrinervis* E. KOVACS, CAT 2247, 1:1

Tafel 11

Fig. 1: *Alnus crebrinervis* E. KOVACS, CAT 2205, 1:1

Fig. 2, 4-6: *Alnus ducalis* (GAUDIN) KNOBLOCH

2: CAT 1085, 1:1

4: CAT 557, 1:1

5: CAT 2121, 1:1

6: CAT 42, 1:1

Fig. 3: *Alnus palaeorhodopaea* sp. n., CAT 969, 1:1

Tafel 12

Fig. 1-4: *Alnus palaeorhodopaea* sp. n.

1: Holotypus, CAT 1105, 1:1

2: Isotypus, CAT 529, 1:1

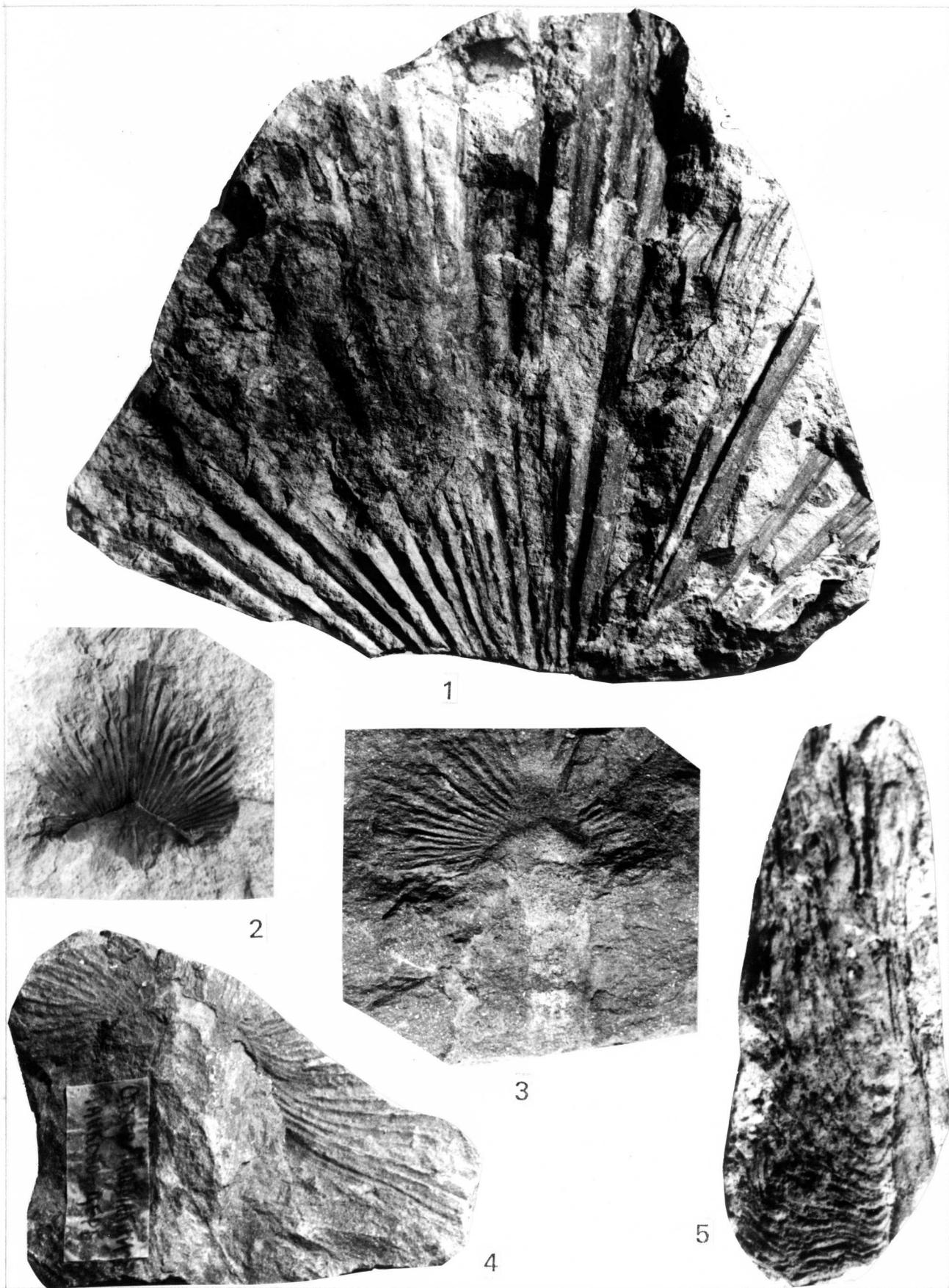
3: CAT 238, 1:1

4: CAT 3022, 1:1

Fig. 5-6: *Alnus firma* SIEBOLD et ZUCCARINI, Herb. Exemplare, SOM

5: var. *firma*, 1:1

6: var. *hirtella* FRANCH., 1:1

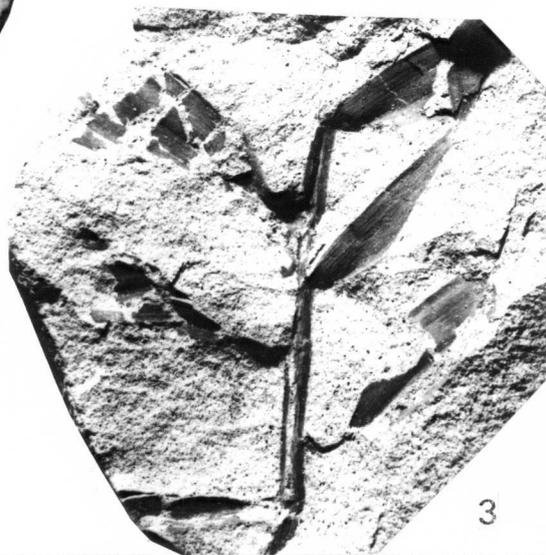




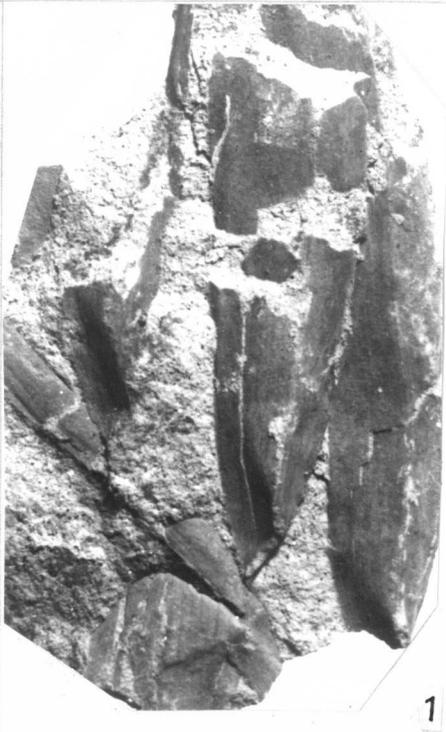
1

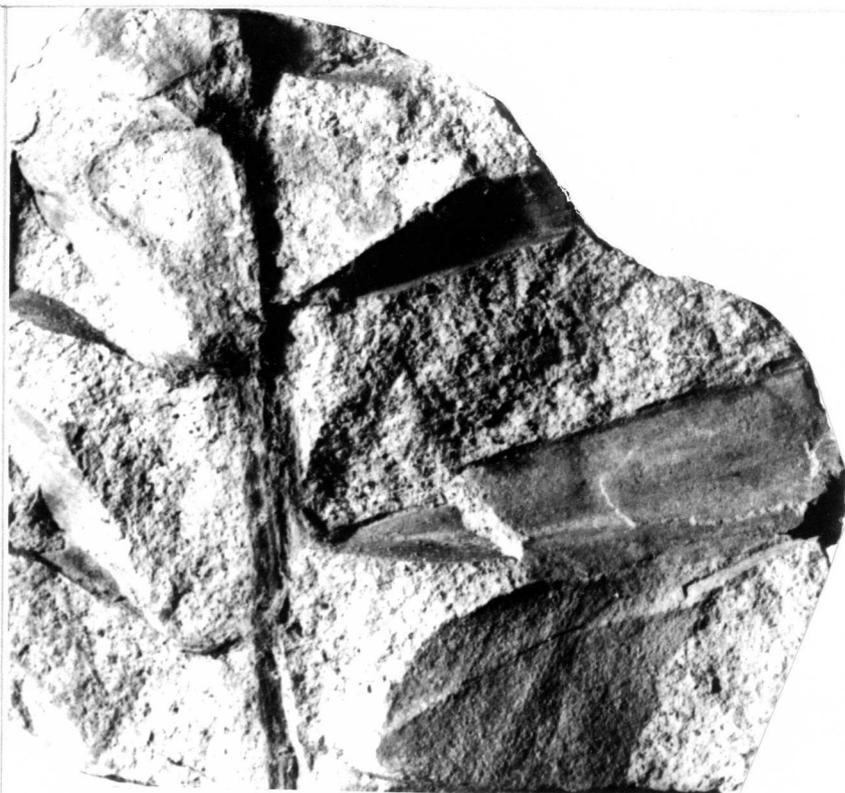


2



3

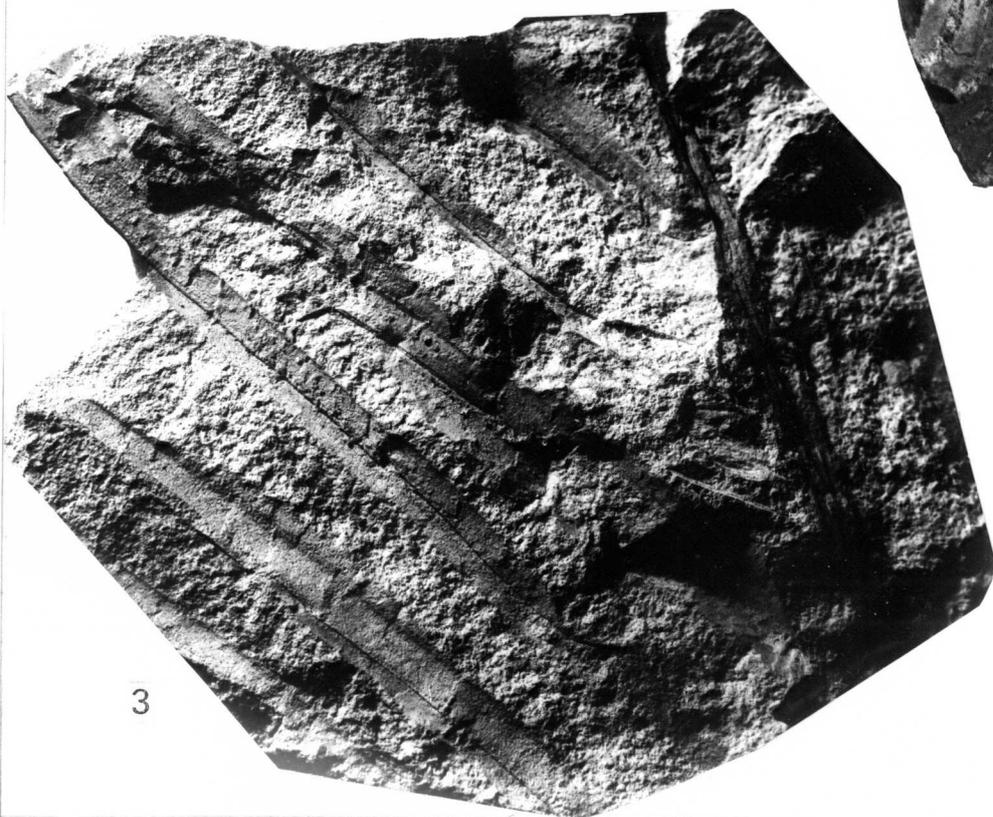




1



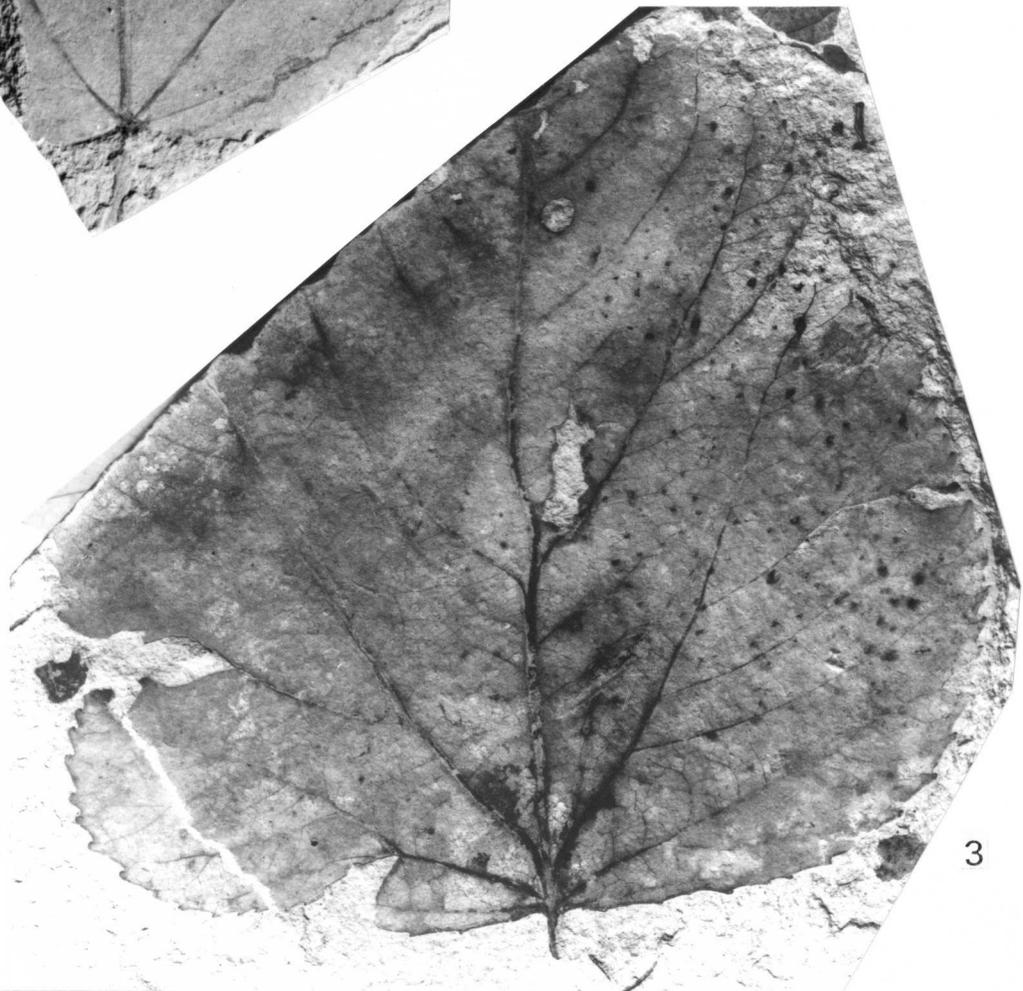
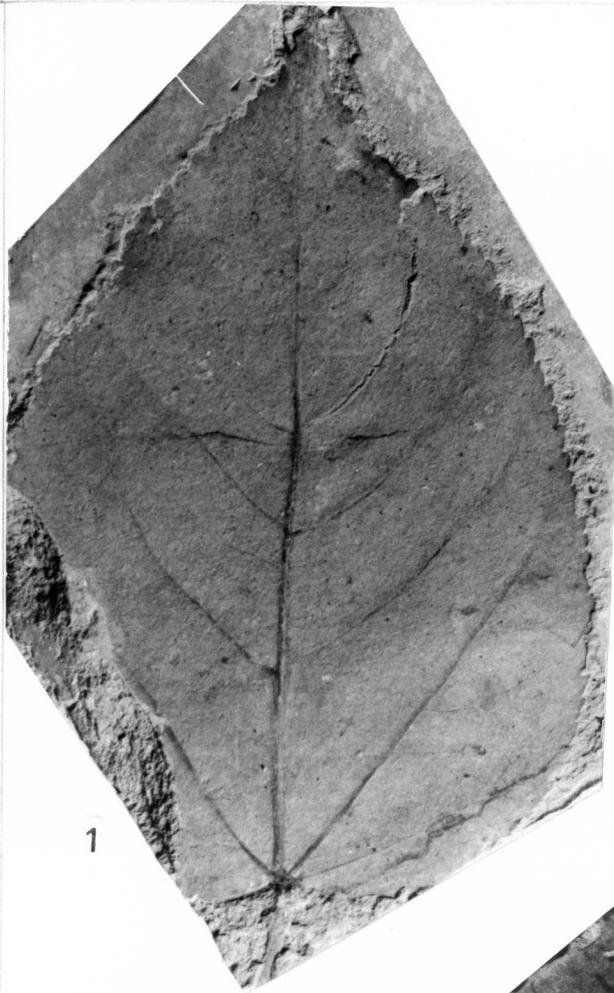
2



3

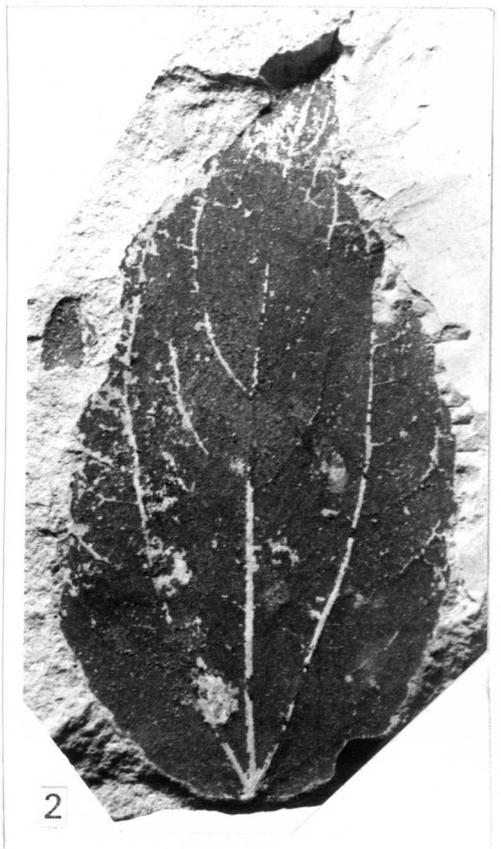




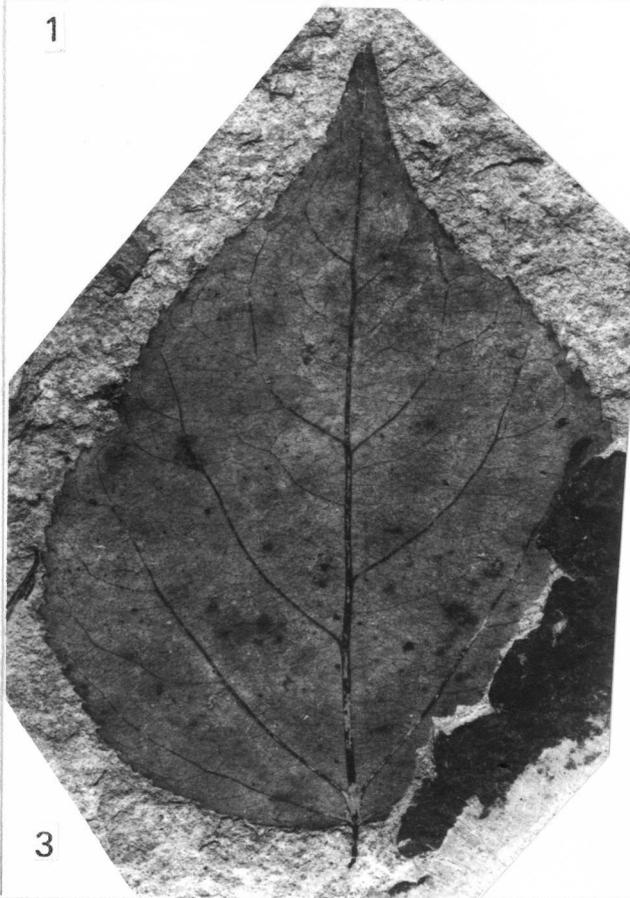




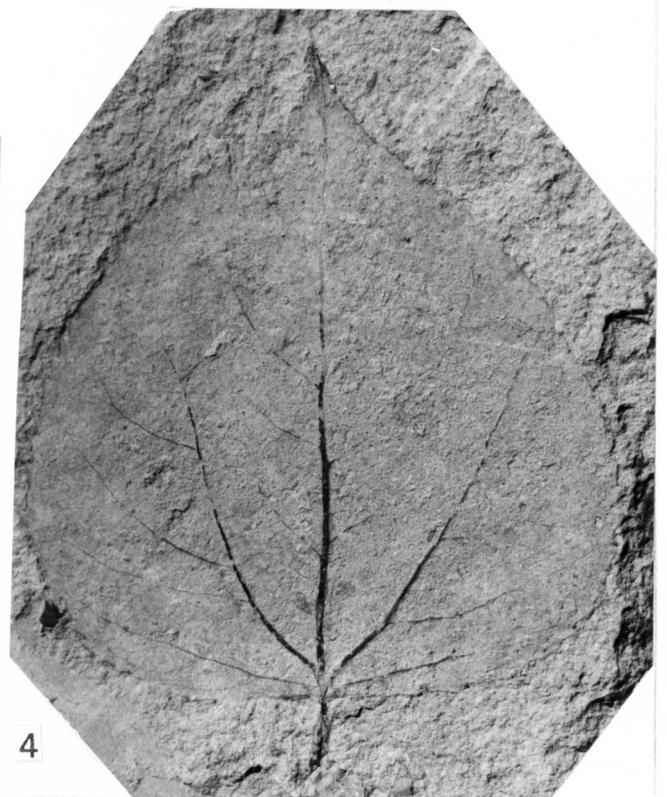
1



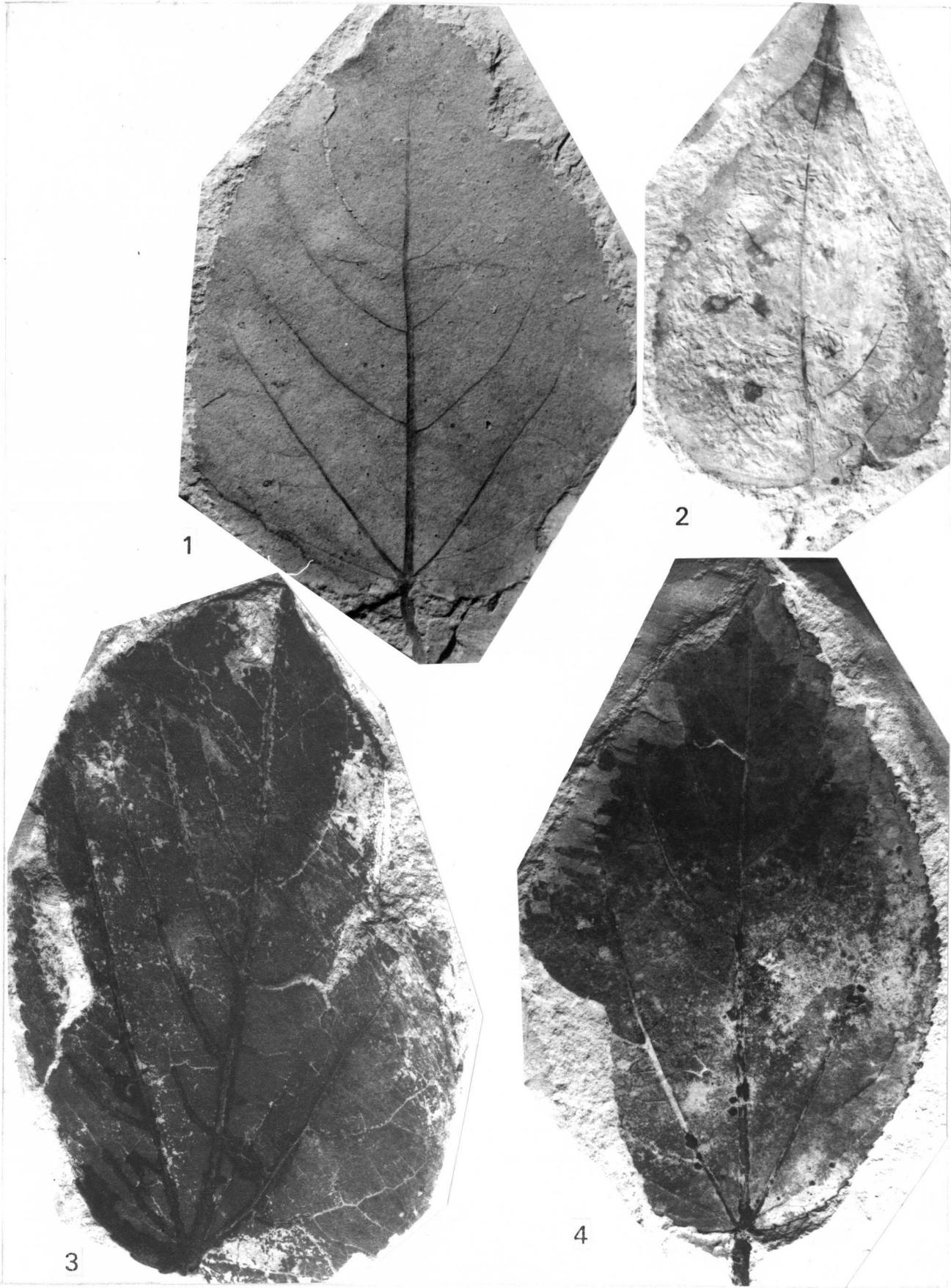
2

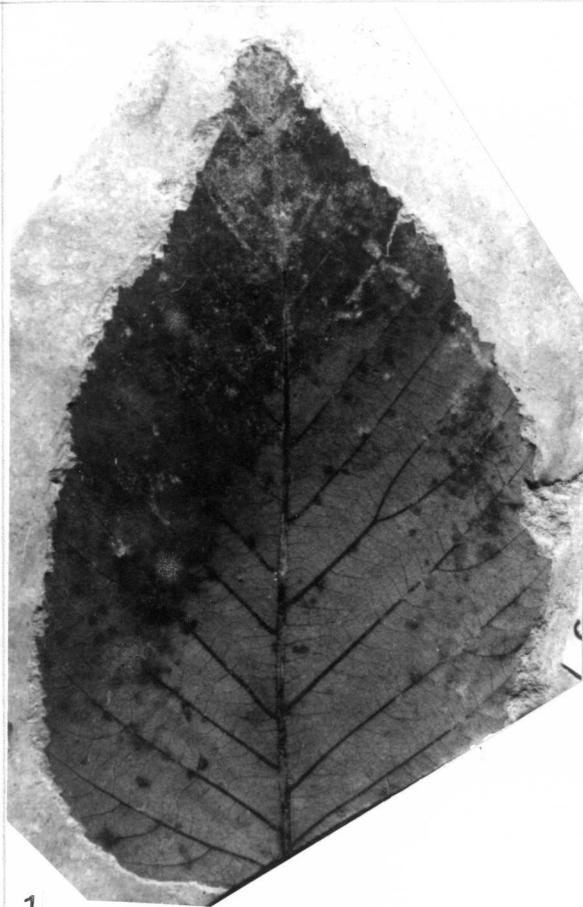


3

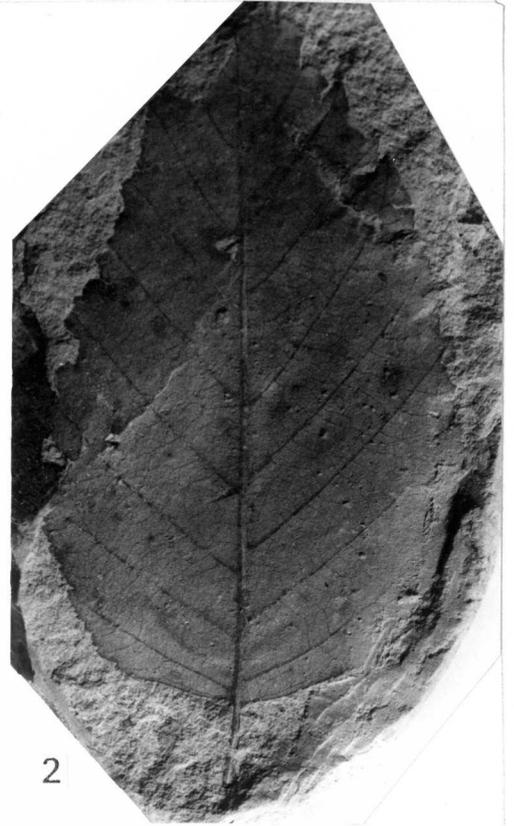


4

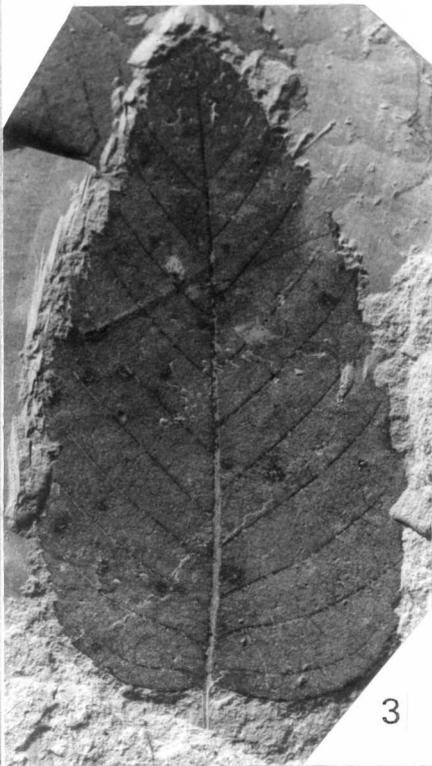




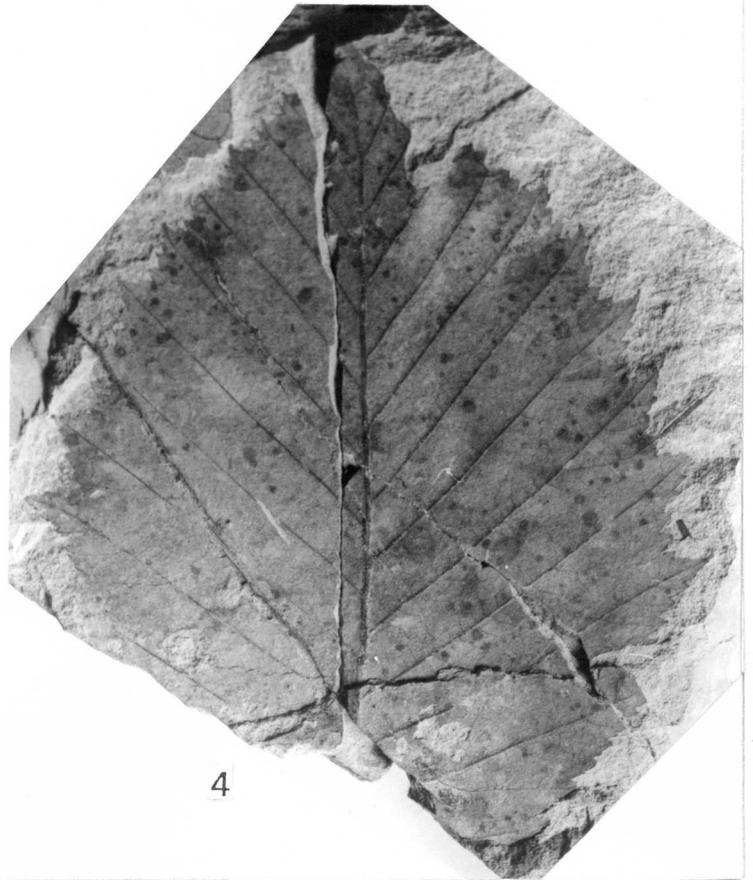
1



2



3



4

