

Е.П. ПАЛАМАРЧУК, Т.Б. ВАКУЛЕНКО

Национальный ботанический сад им. Н.Н. Гришко НАН Украины
Украина, 01014 г. Киев, ул. Тимирязевская, 1

К АНАТОМИИ ПЛОДА ВИДОВ РОДА *PASTINACA* L.

По результатам сравнительно-анатомического анализа плодов шести видов рода Pastinaca L. выделены наиболее значимые и устойчивые признаки, которые могут быть использованы как дополнительные для диагностики видов, а также при идентификации растительного сырья.

В связи с возросшим прикладным значением видов рода *Pastinaca* L. как потенциального источника биологически активных веществ возникла необходимость углубленной разработки систематики рода, совершенствования классификационных принципов, поиска объективных критериев для идентификации растительного сырья.

Поскольку основным сырьем для производства лекарственных препаратов служат плоды, карпоанатомические исследования приобретают первостепенное значение.

Важность анатомических признаков для систематики зонтичных первым оценил Г.Ф. Гофман [14, 15], что в дальнейшем было подтверждено отечественными и зарубежными исследователями [1–3, 7, 10–12, 14, 15], подробный анализ работ которых нами дан ранее [4].

Среди анатомических признаков, описанных, как правило, лишь для *Pastinaca sativa* L. и *P. sylvestris* Mill., наиболее ценными и значимыми в таксономическом отношении многие исследователи считают особенности проводящей системы, тип эндосперма, характер секреторной системы, тип перикарпия и т.п. Анатомия плодов других представителей рода в литературе практически не освещена.

В то же время привлечение микроstructures плодов для изучения родовых критериев *Pastinaca* дает возможность определить статус таксона в самой системе зонтичных [1, 2, 7, 8]. Гистологический анализ плодов *P. sativa* позволил установить на основании структурных особенностей тканевых комплексов перикарпия (механического футляра и секреторного аппарата) определенный тип плода – "*Pastinaca*", обладающий рядом характерных отличий [13, 16].



С целью прогнозирования наиболее перспективных видов и выделения дополнительных надежных критериев для идентификации таксонов и растительного сырья нами были изучены анатомические особенности зрелых плодов шести видов, выращиваемых в Национальном ботаническом саду им. Н.Н. Гришко НАН Украины, а также полученных из различных ботанических садов СНГ (см. таблицу)

При изготовлении микропрепаратов была использована методика С.Ф. Пономаренко [6]. Учитывался тот факт, что в анатомической структуре апикальной, средней и базальной частей семян и плодов существуют различия, поэтому для сравнительно-анатомического исследования нами выбрана средняя зона мерикарпии, так как

именно здесь наблюдается наибольшее разнообразие конфигурации отдельных слоев.

В поперечном сечении мерикарпии пастернаков дуговидно изогнутые, более или менее выпуклые с обеих сторон; на комиссуральной стороне часто клювовидно оттянутые, с дорзальной стороны – с волнистыми очертаниями (рис. 1).

Эндосперм семени представлен крупными полигональными клетками с утолщенными стенками. Клетки выполнены глобулами с различным содержанием. Очертания поверхности эндосперма коррелятивно связаны со степенью развития вместилищ, что обуславливает разнообразие их формы (дискообразная, серповидная, выпуклая, выпукло-вогнутая, часто бороздчатая с

Анатомические показатели плода видов рода *Pastinaca* L.

Вид	Место сбора	Форма на поперечном срезе			
		эндосперма	секреторных канальцев		
			комиссуральных	латеральных	медиальных
<i>P. armena</i> Fisch et С.А. Mey	Россия, Москва, ботсад МГУ	Линзовидный, комиссурально вогнутый	Эллиптические	Линзовидные	Эллиптические
<i>P. clausii</i> (Ledeb.) М. Pimen	Казахстан, Джезказган, ботсад	Широкосерповидный, крупнобороздчатый	Сдавленно- округлые	Линзовидные	Вогнуто- линзовидные
<i>P. pimpinellifolia</i> Bieb.	Гербарий, Ставропольский край	Узкосерповидный, слегка волнистый	Линзовидные	Серповидные	Узко- линзовидные
<i>P. sativa</i> L.	Харьков, ботсад ХГУ	Линзовидный, комиссурально бороздчатый	Полулинзовидные	Линзовидные	Округлые, двояко- выпуклые
<i>P. sylvestris</i> Mill.	Россия, Владивосток, ботсад	Дискообразный, комиссурально вогнутый	Сдавленно- линзовидные	Эллиптические	Сдавленно- округлые
<i>P. umbrosa</i> Stev. ex DC.	Ялта, Никитский ботсад	Широкосерповидный, дорзально- вогнутый	Неправильно- округлые	Сдавленно- эллиптические	Округло- ромбо- видные

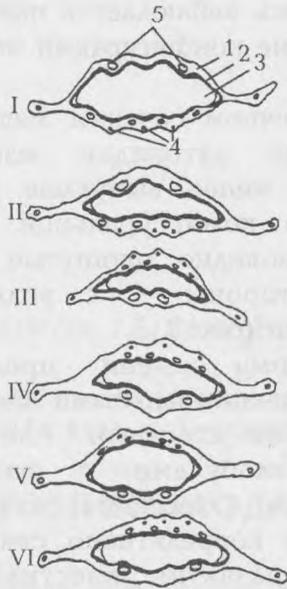


Рис. 1. Схема поперечных срезов зрелых мерикарпиев видов рода *Pastinaca* L.: I – *P. sativa*; II – *P. armena*; III – *P. pimpinellifolia*; IV – *P. clausii*; V – *P. umbrosa*; VI – *P. sylvestris*; 1 – перикарпий; 2 – спермодерма; 3 – эндосперм; 4 – проводящие пучки; 5 – секреторные каналцы

одной или двух сторон) (рис. 2). Бороздчатость (руминация) эндосперма, видимо, является "ложной", поскольку она возникает в связи с тем, что сформировавшиеся на ранних стадиях созревания плода секреторные каналы препятствуют нормальному росту эндосперма [10]. Наиболее глубокие бороздки отмечены в местах расположения комиссуральных секреторных каналцев.

Изучение поперечных срезов мерикарпия показало, что перикарпий состоит из экзо-, мезо- и эндокарпия.

Экзокарпий представлен эпидермой, состоящей из одного ряда слегка тангентально вытянутых округлых клеток с утолщенной наружной стенкой, покрытой кутикулой и образующей волоски различной конфигурации: сосочковидные, цилиндри-

ческие, шиповидно изогнутые, конические (рис. 2). Боковые и базальные стенки тоньше наружной, часто изогнутые. Как правило, на дорзальной стороне мерикарпия эпидерма более сохранена, на комиссуральной – часто сдавлена, без заметной дифференциации.

Под эпидермой располагается мезокарпий. Его наружные слои представлены паренхимными клетками с тонкими оболочками. На комиссуральной стороне они вместе с эпидермой более или менее сжаты в виде сплошной полосы без четкой дифференциации. В краевых ребрах оболочки тонкостенной паренхимы часто утолщены, с заметными овальными порами. Проводящие пучки спинных ребер представлены в основном спирально утолщенными ксилемными элементами. У основания реберных пучков располагаются один или несколько рядов паренхимных клеток с утолщенными стенками (механический слой). Латеральные проводящие пучки, расположенные в боковых крыльях, тесно прижаты к толстостенным лигнифицированным клеткам, образующим латеральный тяж.

Под паренхимой располагается слой механической ткани, состоящий из нескольких (2–6 и более) рядов прозенхимных волокон с утолщенными одревесневающими стенками, густо пронизанными порами. Эта часть мезокарпия образует мощный механический футляр перикарпия, который одинаково хорошо развит как у зрелых, так и у незрелых плодов, поскольку формируется на ранних этапах онтогенеза [5]. При этом волокна механической ткани расположены в двух взаимно перпендикулярных направлениях: периферические, а также волокна под секреторными каналцами, как

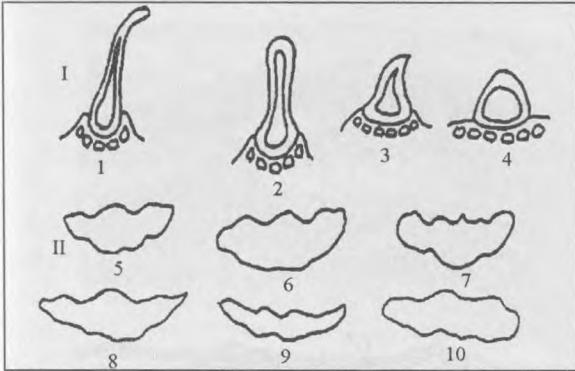


Рис. 2. Типы эпидермальных волосков (I) и основные типы эндосперма (II):
1, 7 – *Pastinaca umbrosa*; 2, 10 – *P. sylvestris*; 4, 5 – *P. sativa*; 8 – *P. clausii*; 9 – *P. pimpinellifolia*; 3, 6 – *P. armena*

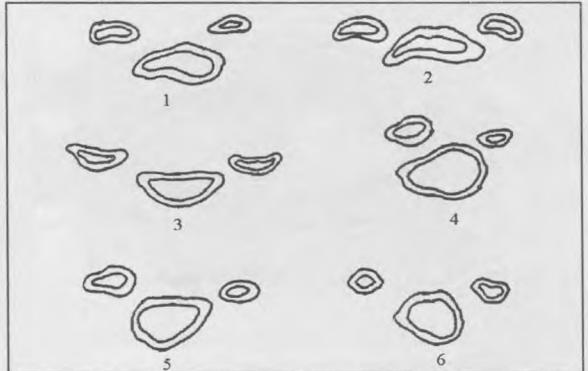


Рис. 3. Конфигурация вместилищ в поперечном сечении:
1 – *Pastinaca armena*; 2 – *P. clausii*; 3 – *P. pimpinellifolia*; 4 – *P. sativa*; 5 – *P. sylvestris*; 6 – *P. umbrosa*

правило, ориентированы вертикально, примыкающие же к эндокарпию – горизонтально по отношению к оси плода.

На комиссуральной стороне волокна направлены преимущественно вертикально. Механический футляр опоясывает семя, соединяясь с латеральным тяжем многослойной паренхимы.

Слой эндокарпия плотно прилегает изнутри к механическому футляру. Он заметно деформирован и представлен тонкостенными удлинено-овальными клетками с зернистым содержимым.

Семенная кожура плотно соприкасается с перикарпием и чаще всего имеет вид тонкого облитерированного желто-коричневого слоя без заметной дифференциации. Сосудистый пучок рубчика обволакивает межклеточная паренхима.

Секреторные структуры перикарпия типичны для зонтичных [8, 9], выполнены двумя системами. Первая – представлена узкопросветными реберными секреторными ходами с элементарным эпителием, сопровождающими проводящие пучки. Вторая – состоит из крупных широкопросветных секреторных образований между паренхимной и

склеренхимной зонами мезокарпия, расположенных, как правило, по одному в межреберных интервалах с обеих сторон мерикарпия и частично примыкающих к мощному тяжу механического волокнистого слоя. В поперечном сечении секреторные каналы представлены слоем овальных выделительных тонкостенных клеток, образующих удлиненные замкнутые вместилища линзовидной, ромбовидной, округлой, сдавленно-округлой, эллипсоидной формы (рис. 3), полость которых выстлана эпителиальными клетками и заметно выполнена мелкокристаллическим гранулярным содержимым от желто-зеленого до желто-бурого цвета. Четко прослеживается морфологическая дифференциация вместилищ на ложбиночные дорзальные (латеральные и медиальные) и комиссуральные, часто различающиеся по конфигурации (см. таблицу). У некоторых видов наблюдается септация секреторных каналов, при этом каналы сужаются в местах перегородок. Для всех видов характерна определенная топография секреторных каналов. Ложбиночные расположены ближе кнаружи от механического футляра и

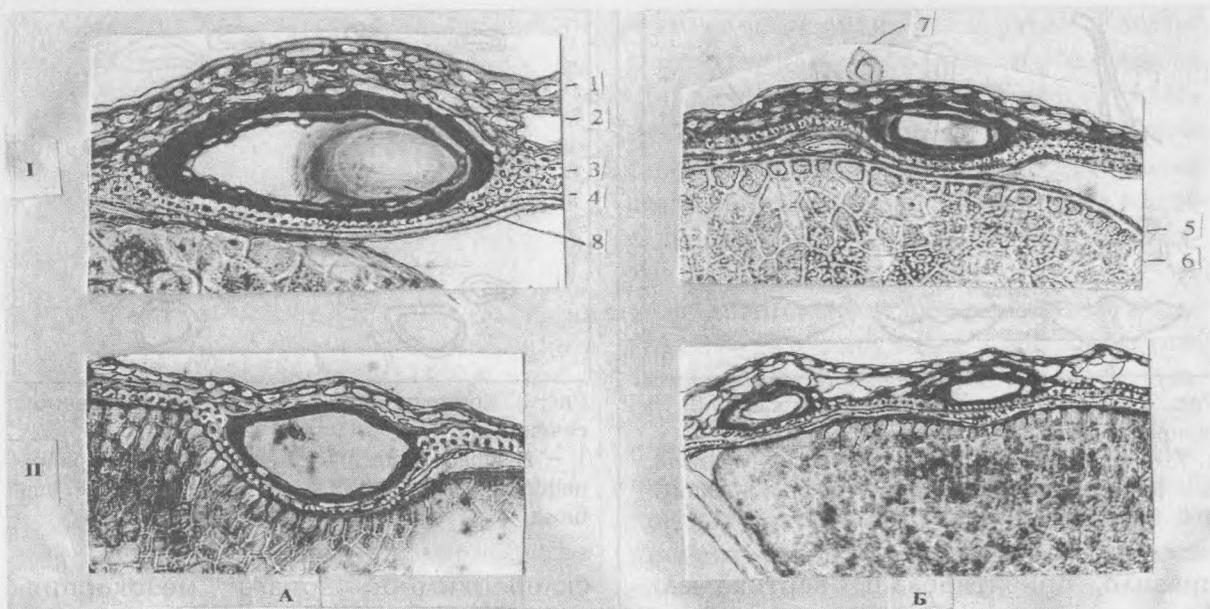


Рис. 4. Микроструктура мерикарпия на поперечном срезе:

А – комиссуральная сторона; Б – дорзальная сторона; I – *Pastinaca armena*; II – *P. clausii*; 1 – экзокарпий (эпидерма); 2 – паренхима; 3 – вертикальные механические волокна; 4 – горизонтальные механические волокна; 5 – семенная кожа; 6 – эндосперм; 7 – секреторный каналец с содержимым; 8 – эпидермальный вырост

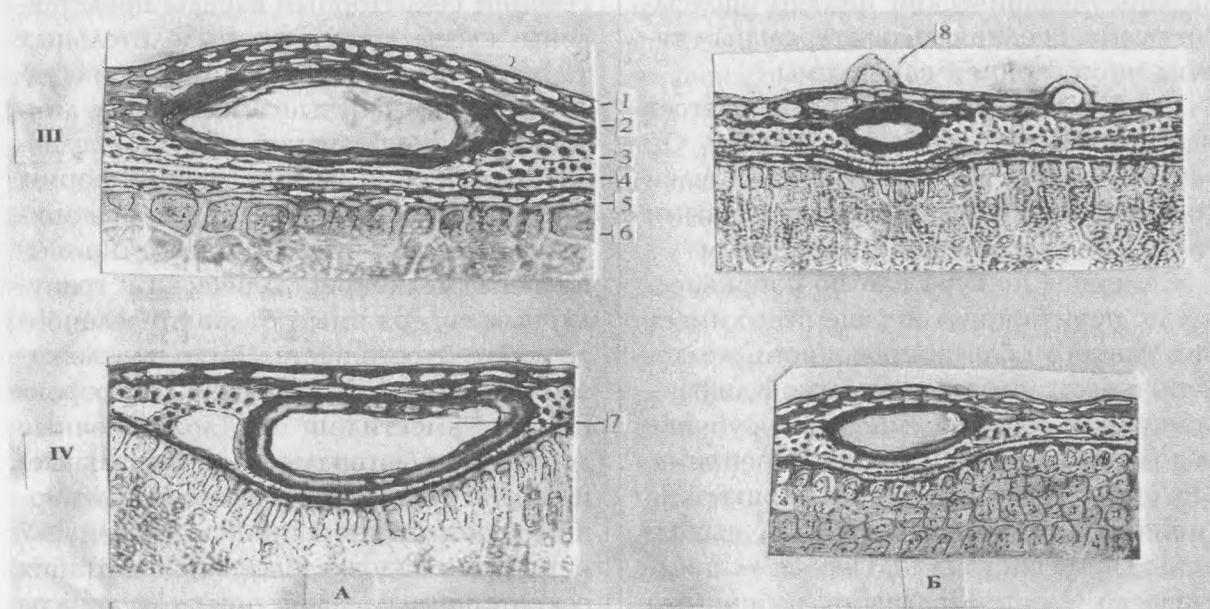


Рис. 5. Микроструктура мерикарпия на поперечном срезе:

А – комиссуральная сторона; Б – дорзальная сторона; III – *Pastinaca sativa*; IV – *P. sylvestris*; 1 – экзокарпий (эпидерма); 2 – паренхима; 3 – вертикальные механические волокна; 4 – горизонтальные механические волокна; 5 – семенная кожа; 6 – эндосперм; 7 – секреторный каналец с содержимым; 8 – эпидермальный вырост

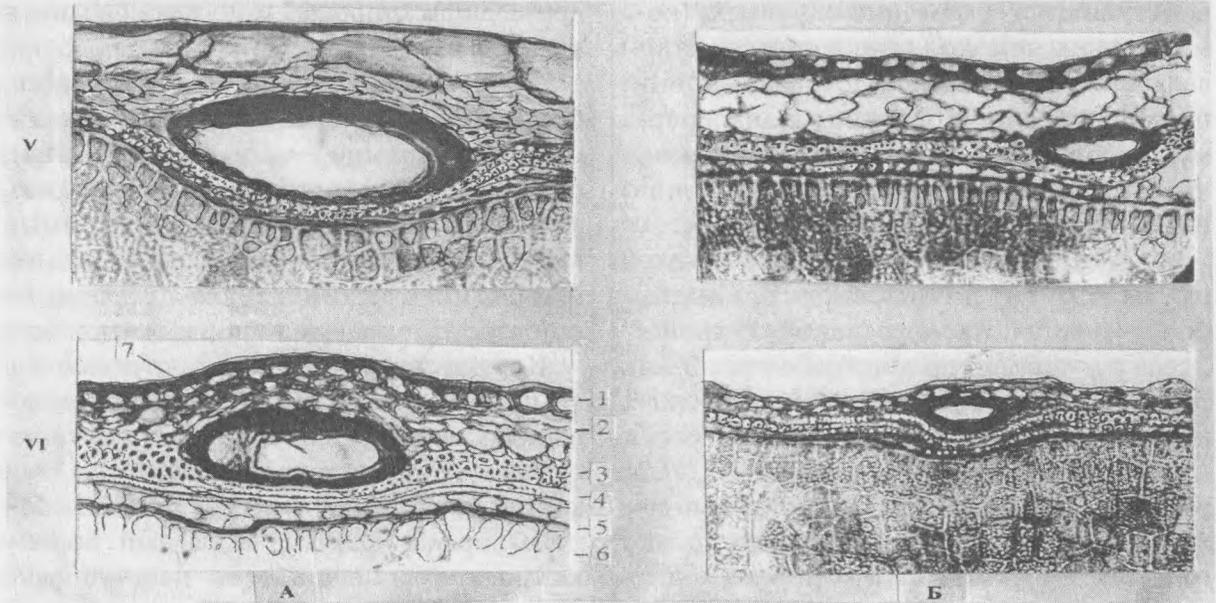


Рис. 6 Микроструктура мерикарпия на поперечном срезе:

А — комиссуральная сторона; Б — дорзальная сторона; V — *Pastinaca pimpinellifolia*; VI — *P. umbrosa*; 1 — экзокарпий (эпидерма); 2 — паренхима; 3 — вертикальные механические волокна; 4 — горизонтальные механические волокна; 5 — семенная кожа; 6 — эндосперм; 7 — секреторный каналец с содержимым

четко отделены несколькими рядами паренхимных клеток от экзокарпия. Комиссуральные, напротив, находятся внутри мезокарпия, примыкая к эндокарпию.

Наряду с общими чертами, каждому из исследованных видов присущи индивидуальные особенности, которые приводятся ниже.

***Pastinaca armena* Fisch. et С.А.М.** — В поперечном сечении мерикарпий выпукло-плоский. Эндосперм линзовидный, выпуклый и слегка волнистый с дорзальной стороны, с комиссуральной — бороздчатый в местах расположения каналцев.

Комиссуральные каналцы эллиптические, двояковыпуклые, дорзальные — линзовидные или эллиптические, выпуклой стороной примыкают к механическому футляру перикарпия.

Клетки эпидермы перикарпия (экзокарпий) хорошо видны с обеих сторон мерикарпия, на комиссуральной стороне они чуть крупнее, образуют конусообразные или ромбовидные выросты (рис.4).

Наружные слои мезокарпия состоят из нескольких рядов сильно сжатых паренхимных клеток. Механический слой представлен несколькими (5–7) рядами волокон, при этом на обеих сторонах преобладают волокна вертикальной ориентации.

Эндокарпий в виде сплошной полосы без заметной дифференциации, лишь на дорзальной стороне местами видны его мелкие утолщенные клетки.

***P. clausii* (Ledeb.) M. Pimen.** В поперечном сечении мерикарпий сдавленно-линзовидный, крупноволнистый. Эндосперм широкосерповидный, бороздчатый с обеих сторон. Конфигурация

вместилищ от сдавленно-округлых (комиссуральные) до линзовидных (дорзальные), причем комиссуральные выпуклой стороной обращены к эндосперму, а дорзальные, наоборот, к эпидерме, что создает крупноволнистость очертаний мерикарпия.

Эпидерма хорошо сохранена, состоит из слегка приплюснутых клеток, более мелких на дорзальной стороне. Здесь же хорошо просматриваются 3–4 ряда клеток паренхимы с тонкими изогнутыми стенками.

Механический слой состоит из 1–2 рядов волокон вертикальной ориентации и 1–2 рядов — горизонтальной (рис. 4). Эндокарпий не дифференцирован.

P. sativa L. Мерикарпий на поперечном срезе двояковыпуклый. Эндосперм выпукло-вогнутый с волнистыми очертаниями. Комиссуральные каналцы полулинзовидные, выпуклой стороной обращены к эпидерме, дорзальные — двояковыпуклые.

Клетки эпидермы несколько крупнее на дорзальной стороне, образуют куполовидные выросты. Паренхимный слой мезокарпия сильно сжат, часто без заметной дифференциации (рис. 5). Механическая ткань на комиссуральной стороне состоит из двух рядов довольно крупных вертикальных клеток и 2–3 рядов — горизонтальных, на дорзальной — вертикальные клетки расположены по обеим сторонам каналцев и проводящих пучков. Под каналцами механический слой состоит из 1–3 рядов горизонтальных клеток.

Эндокарпий довольно сжат, однако на комиссуральной стороне различим ряд клеток с утолщенными стенками.

P. sylvestris Mill. На поперечном срезе мерикарпий двояковыпуклый, с волнистыми очертаниями, более выгнутый с

дорзальной стороны и с клювовидным выпячиванием — на комиссуральной.

Эндосперм дискообразный, слабобороздчатый с комиссуральной стороны, почти прямой — с дорзальной. Секреторные вместилища сдавленно-линзовидные, выпуклой стороной примыкают к эндосперму (комиссуральные) или эллиптические, слегка сдавленные со стороны эпидермы (дорзальные).

Клетки эпидермы более крупные на комиссуральной стороне, тангентально вытянутые. Паренхима сильно сдавлена с обеих сторон мерикарпия (рис. 5). Механический слой с комиссуральной стороны представлен 2–3 рядами вертикальных крупных клеток (под каналцами — один ряд горизонтальных), с дорзальной — 1–2 рядами вертикальных и 2–3 рядами горизонтальных клеток.

Эндокарпий облитерирован и неразличим.

P. pimpinellifolia Bieb. На поперечном срезе мерикарпий узкодуговидный, волнистый. Крупнобороздчатый эндосперм серповидной формы. Секреторные вместилища полулинзовидные, более выпуклой стороной обращены к эндосперму.

Клетки экзокарпия с утолщенной наружной стенкой, очень крупные на комиссуральной стороне (рис. 6). Паренхима мезокарпия хорошо развита, особенно на дорзальной стороне, и состоит из 4–6 рядов тонкостенных клеток. Механическая ткань представлена 2–3 рядами мелких склеренхимных клеток преимущественно вертикальной ориентации.

Эндокарпий в виде ряда мелких клеток с утолщенными стенками и содержимым темного цвета.

P. umbrosa Stev. ex DC. Мерикарпий на поперечном срезе двояковыпуклый, с килевидным выпячиванием на комис-



суральной стороне. Эндосперм широко-серповидный, крупнобороздчатый. Секреторные вместилища сдавленно-эллиптические, выпуклой стороной обращены к эндосперму (дорзальные) или двояковыпуклые (комиссуральные).

Клетки экзокарпия (эпидерма) крупнее на комиссуральной стороне. Здесь же хорошо сохранена и 5–6-рядная паренхима мезокарпия (рис. 6). На дорзальной стороне эпидерма состоит из более мелких и более сдавленных клеток, а паренхима представлена меньшим количеством слоев.

Механическая ткань из 2–3 рядов мелких клеток вертикальной (преимущественно на комиссуральной стороне) и 1–2 рядов горизонтальной ориентации.

Эндокарпий из 1–2 рядов крупных паренхимных клеток с тонкими изогнутыми стенками.

Таким образом, изучение анатомических особенностей плодов разных видов рода показало, что у каждого из них можно наблюдать некоторую изменчивость очертаний мерикарпия и эндосперма, колеблющуюся в определенных пределах, что свидетельствует о существовании внутривидовой изменчивости признака, подчиняющейся закону гомологических рядов Н.И. Вавилова.

Наиболее константными признаками, на наш взгляд, являются ориентация секреторных канальцев на поперечном срезе, количество рядов механических волокон в перикарпии и их ориентация относительно оси семени, степень облитерации эндокарпия и паренхимы.

Так, по наличию хорошо сохранившихся клеток эндокарпия выделяются *Pastinaca pimpinellifolia*, *P. umbrosa*, *P. sativa*, при этом у *P. umbrosa* они наиболее крупные и часто располагаются в два ряда.

P. pimpinellifolia и *P. clausii* объединяет присутствие хорошо развитой многослойной паренхимы в мезокарпии.

P. armena, *P. sativa*, *P. sylvestris*, *P. umbrosa* отличаются более крупными клетками механической ткани, наибольшее число рядов которой (4–6) отмечено у *P. armena*.

Комиссуральные вместилища выпуклой стороной обращены к эндосперму у *P. sylvestris*, *P. clausii*, *P. pimpinellifolia*, дорзальные – у *P. pimpinellifolia*, *P. armena*, *P. umbrosa*.

Перечисленные индивидуальные особенности изученных видов в силу устойчивости признаков имеют, на наш взгляд, диагностический характер.

Анатомические особенности плодов и топография секреторных канальцев позволяют сделать вывод, что все исследованные виды пастернаков представляют интерес для последующей количественной оценки на содержание кумаринов, а выявленные отличительные признаки могут быть использованы как дополнительные в систематике рода и при идентификации растительного сырья.

1. Козо-Полянский Б.М. Значение различных методов в систематике растений // Проблемы ботаники. – М., 1950. – С. 18–25.

2. Ладыгина Е.Я., Макарова В.А., Игнатьева Н.С. Морфолого-анатомическая характеристика плодов пастернака посевного (*Pastinaca sativa L.*) и локализация в них фурукумаринов // Фармация. – 1970. – № 6. – С. 29–35.

3. Манденова И.П. Материалы по систематике трибы *Pastinaceae* K.-Pol. emend Manden (*Umbelliferae* – *Apioideae*) // Тр. Тбилис. ботан. ин-та. – 1959. – 25. – С. 3–57.

4. Паламарчук О.П. Рід *Pastinaca L.* в системі *Apiaceae* // Укр. ботан. журн. – 2001. – 58, № 4. – С. 386–403.

5. *Первухина Н.В.* О диагностическом значении некоторых признаков строения плодов зонтичных // Тр. ботан. ин-та АН СССР. – 1950. – Сер. 7. – Вып. 1. – С. 82–120.

6. *Пономаренко С.Ф.* К методике изготовления препаратов сухих семян // Ботан. журн. – 1974. – 59, № 4. – С. 534–535.

7. *Сандина И.П.* О значении карпологических признаков для систематики рода *Heracleum* L. // Там же. – 1957. – 42, № 4. – С. 535–555.

8. *Сафина Л.К.* К изучению вместилищ плодов зонтичных (триба *Pastinaceae* K. – Pol. emend. Manden) // Дикорастущие технические и лекарственные растения Казахстана. – Алма-Ата: Наука, 1975. – С. 164–178.

9. *Сафина Л.К., Гусак Л.Е.* К анатомической характеристике плодов зонтичных (*Pastinaceae*) // Тр. ин-та ботан. АН КазССР. – 1976. – 35. – С. 116–132.

10. *Тамамиян С.Г.* Руминация эндосперма у покрытосеменных // Ботан. журн. – 1951. – 36. – № 5. – С. 497–514.

11. *Эзау К.* Анатомия семенных растений. – М.: Наука, 1980. – Т. 2. – 555 с.

12. *Caletani V.* Contributio alla sistematica delle Umbellifera d'Europa // Webbia. – 1905. – 1. – N 1. – P. 89–218.

13. *Fahmy G.R., Saber A.N., Kadir E.A.* A pharmacognostical study of the fruit of *Pastinaca sativa* L. cultivated in Egypt // The Journal of Pharmacy and Pharmacology. – 1956. – V. 8 – P. 128–145.

14. *Hoffman G.F.* Genera plantarum Umbelliferarum. – Mosque, 1814. – Fd. 1. – Т. 14. – 122 p.

15. *Hoffman G.F.* Genera plantarum Umbelliferarum. – Mosque, 1816. – Fd. 2. – Т. 1. – 222 p.

16. *Kapoor L., Kaul B.* Studies of the vittae (oil kanals) of some important medicinal umbelliferans fruits. 1 // Proc. Nat. Inst. Sci. India Biol. – 1967. – 33. – N 1–2. – P. 1–26.

ДО АНАТОМІЇ ПЛОДУ ВИДІВ РОДУ *PASTINACA* L.

О.П. Паламарчук, Т.Б. Вакуленко

Національний ботанічний сад
ім. М.М. Гришка НАН України
Україна, м. Київ

За результатами порівняльно-анатомічного аналізу плодів шести видів роду *Pastinaca* L. виділено найбільш вагомі та стійкі ознаки, які можуть бути використані як додаткові для діагностики видів, а також при ідентифікації рослинної сировини.

TO ANATOMY OF A FRUIT OF SPECIES OF GENUS *PASTINACA* L.

E.P. Palamarchuk, T.B. Vakulenko

M.M. Grishko National Botanical Gardens,
National Academy of Sciences of Ukraine,
Ukraine, Kyiv

As a result of the comparative anatomic analysis of fruit of six species of genus *Pastinaca* L. the most important and constant features were chosen, which can be used for diagnostics of species, and for identification of vegetative raw material.