

STANISŁAW KOHLMÜNZER

FARMAKOLOGNOZJA



Wydawnictwo
Lekarskie
PZWL

FARMAKOLOGNOZJA

prof. dr hab. STANISŁAW KOHLMÜNZER

FARMAKOLOGIA

PODRĘCZNIK DLA STUDENTÓW FARMACJI



Wydawnictwo
Lekarskie
PZWL

- © Copyright by Stanisław Kohlmünzer, 1980, 1985, 1993, 1998, 2000, 2003, 2007
© Copyright by Państwowy Zakład Wydawnictw Lekarskich, Warszawa 1980, 1985
© Copyright by Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 1993, 1998, 2000, 2003, 2007

Wszystkie prawa zastrzeżone.

Przedruk i reprodukcja w jakiegokolwiek postaci całości
bądź części książki bez pisemnej zgody wydawcy są zabronione.



Redaktor: *Ewa Jaworska*

Redaktor techniczny: *Franciszka Wyszomirska*

Korektor: *Iwona Brzezińska*

Projekt okładki i stron tytułowych: *Lidia Michalak-Mirońska*

Zdjęcie na okładce: Agencja Fotograficzna Fotolia

ISBN 978-83-200-4651-9

Wydanie V – 4 dodruk

Wydawnictwo Lekarskie PZWL

02-460 Warszawa, ul. Gottlieba Daimlera 2

tel. 22 695-40-33

Księgarnia wysyłkowa:

tel. 22 831-42-83

infolinia: 801-142-080

www.pzwl.pl

e-mail: promocja@pzwl.pl

Druk i oprawa: OSDW Azymut Sp. z o.o., Łódź, ul. Senatorska 31

Przedmowa

Od ostatniego III wydania „Farmakognozji” w r. 1985 upłynęło 12 lat (wydanie IV było jedynie dodrukiem) — okres to dostatecznie długi w sytuacji gwałtownego postępu we wszystkich dziedzinach nauki, w tym szczególnie fitochemii i farmakologii, by nie zostały w tym czasie dokonane nowe osiągnięcia, a także nie nastąpiły zmiany i uzupełnienia związane z przedmiotem farmakognozji. Odkrycie nowych substancji roślinnych, jak np. taksolu, który stał się jednym z najważniejszych leków przeciwnowotworowych, poznanie nowych właściwości i zastosowań miłorzębu japońskiego, jemioly, dziurawca, roślin o działaniu immunotropowym i innych sprawiły, że asortyment leków roślinnych poszerzył się o nowe znaczące pozycje.

W warunkach krajowych zwiększyły się znacznie możliwości fitoterapeutyczne przez otwarcie się rynku farmaceutycznego m.in. na leki oparte na surowcach egzotycznych, pozakrajowych, a także możliwości przetwarzania importowanych surowców w kraju. Nowym aspektem istotnym dla studiów farmaceutycznych jest opracowanie Farmakopei Polskiej V, zawierającej nowe surowce, a także wymagania dostosowane do warunków i farmakopei europejskich.

Wszystko to znalazło swój wyraz w obecnym wydaniu „Farmakognozji”. Oczywiście mogły być w nim uwzględnione tylko najważniejsze osiągnięcia i dane dotyczące właściwości surowców i substancji roślinnych. Szersze informacje, wynikające z setek publikacji i opracowań monograficznych, wymagają od studiującego farmakognozę (także magistranta lub doktoranta) sięgnięcia do opracowań źródłowych i licznych czasopism, których wykaz podano w podręczniku.

Obecne wydanie zachowuje w zasadzie uprzednio przyjętą koncepcję opartą na podziale fitochemicznym. Dokonano jednak wielu uzupełnień i zmian. Zwrócono większą uwagę na stereochemię aktywnych substancji roślinnych ze względu na to, jaką rolę przypisuje się obecnie ewentualnym enancjomerom. Mimo pewnego zmniejszenia się znaczenia analizy anatomicznej na rzecz chromatografii surowców roślinnych, zamieszczono odnośne opisy przy ważniejszych surowcach, tak jak to jest praktykowane w FP IV, V i innych farmakopeach.

Obszerną dziedzinę biotechnologii roślinnej, która może mieć dla farmakognozji duże znaczenie w przyszłości, potraktowano jedynie skrótowo, przyj-

mując, że jest ona szeroko rozwijana na studiach w ramach botaniki farmaceutycznej.

Olbrzymi zakres materiału mógł być przyczyną niektórych błędów i przeoczeń, za wskazanie których autor będzie wdzięczny użytkownikom podręcznika.

Mam nadzieję, że podręcznik ten może być przydatny nie tylko studentom wydziałów farmaceutycznych, ale także wszystkim interesującym się lekami naturalnymi i fitoterapią.

Wszystkim, którzy w różny sposób motywowali mnie do opracowania nowego wydania i pomagali w jego realizacji, a szczególnie pani dr Janinie Węgiel, która podjęła trud przygotowania i korekty manuskryptu, składam serdeczne podziękowania.

Wydawnictwu Lekarskiemu PZWL dziękuję za dołożenie starań do szybkiego i starannego wydania podręcznika.

Kraków, sierpień 1997

Autor

Spis treści

CZĘŚĆ PIERWSZA

Farmakognozja ogólna

1.	Przedmiot farmakognozji	13
2.	Rys historyczny	14
3.	Związek farmakognozji z naukami pokrewnymi	16
4.	Pochodzenie surowców roślinnych	17
4.1.	Zbiór roślin dziko rosnących	17
4.2.	Uprawa	18
4.3.	Biotechnologia roślinna	20
4.4.	Suszenie	22
4.5.	Przechowywanie	23
4.6.	Standaryzacja	25
5.	Metody badań surowców roślinnych	26
5.1.	Badania makroskopowe	26
5.2.	Badania mikroskopowe	26
5.3.	Badania chromatograficzne	29
5.4.	Badania chemiczne	30
5.5.	Badania biologiczne	31
6.	Surowce i leki naturalne w nowoczesnej farmacji i fitoterapii	33
7.	Podział surowców	34
8.	Fitochemiczne podstawy farmakognozji	35
9.	Substancje biologicznie czynne	37

CZĘŚĆ DRUGA

Substancje naturalne i surowce farmakognostyczne

10.	Wiadomości ogólne	39
11.	Substancje podstawowe i wtórne	39
12.	Podstawowe drogi biosyntezy substancji naturalnych	40
12.1.	Biosynteza substancji podstawowych	40
12.1.1.	Fotosynteza	40
12.1.2.	Glikoliza	42
12.1.2.1.	Acetylokoenzym A	44
12.1.3.	Cykl kwasów trójkarboksylowych	44
12.2.	Biosynteza substancji wtórnych	45
12.2.1.	Substancje wywodzące się biogenetycznie z cukrów	47
12.2.2.	Substancje wywodzące się z aktywnego octanu — acetogeniny (poliketyny)	48
12.2.3.	Izoprenoidy	48
12.2.4.	Biogenetyczne pochodne kwasu szikimowego	49
12.2.5.	Biogenetyczne pochodne aminokwasów	51
12.2.6.	Substancje o złożonym pochodzeniu biogenetycznym	51
13.	Substancje podstawowe	51
13.1.	Węglowodany i związki pokrewne	51
13.1.1.	Monosacharydy	53
13.1.2.	Oligosacharydy	63
13.1.3.	Polisacharydy	67
13.1.3.1.	Śluz	83
13.2.	Tłuszcze	102
13.2.1.	Tłuszcze proste (triacylloglicerole)	104
13.2.1.1.	Nienasycone kwasy tłuszczowe o specjalnym znaczeniu	106
13.2.2.	Prostanoidy	113
13.2.3.	Woski	115
13.2.4.	Fosfolipidy	117
13.3.	Aminokwasy, peptydy, białka	118
13.3.1.	Aminokwasy	118
13.3.2.	Peptydy	123
13.3.2.1.	Peptydowe toksyny grzybowe	125
13.3.2.2.	Hormony	126
13.3.3.	Białka	129
13.3.3.1.	Lektyny (fitoaglutyniny)	132
13.3.3.2.	Toksalbuminy	132
13.3.3.3.	Enzymy	133
13.4.	Organiczne kwasy roślinne	139
13.4.1.	Kwasy alifatyczne	140
13.4.2.	Kwasy cykliczne	144
13.4.3.	Kwasy aromatyczne	144
13.4.4.	Kwasy heterocykliczne	145

14.	Substancje wtórne	146
14.1.	Glikozydy (część ogólna)	146
14.2.	Flawonoidy	150
14.2.1.	Flawony	158
14.2.2.	Flawonole	161
14.2.3.	Flawanony	164
14.2.4.	Flawanonole	165
14.2.5.	Izoflawony	166
14.2.6.	Biflawonoidy	168
14.2.7.	Chalkony	168
14.2.8.	Glikozydoestry flawonoidowe	169
14.2.9.	Flawonolignany	190
14.2.10.	Leukoantocyjanidyny	193
14.2.11.	Antocyjany	194
14.3.	Lignany	198
14.4.	Kumaryny	203
14.4.1.	Furanokumaryny	209
14.4.2.	Piranokumaryny	212
14.5.	Fenole	219
14.5.1.	Proste fenole	222
14.5.2.	Alkoholofenole	225
14.5.3.	Ważniejsze glikozydy fenolowe	226
14.5.4.	Aldehydofenole	227
14.5.5.	Glikozydy estrów kwasu salicylowego	228
14.5.6.	Fenolokwasy	229
14.5.7.	Depsydy	232
14.6.	Garbniki	238
14.7.	Chinony	253
14.7.1.	Benzochinony	254
14.7.2.	Naftochinony	255
14.7.3.	Pochodne antracenu	257
14.7.3.1.	Antrazwiązki monomeryczne	261
14.7.3.2.	Diantrony	263
14.8.	Izoprenoidy (terpeny)	277
14.8.1.	Monoterpeny	277
14.8.1.1.	Monoterpeny acykliczne	280
14.8.1.2.	Monoterpeny monocykliczne	282
14.8.1.3.	Monoterpeny dicykliczne	285
14.8.2.	Seskwiterpeny	289
14.8.2.1.	Laktony seskwiterpenowe	294
14.8.3.	Diterpeny	301
14.8.4.	Triterpeny i saponiny triterpenowe	309
14.8.4.1.	Sapogeniny triterpenowe	318
14.8.4.2.	Saponiny triterpenowe	324
14.9.	Steroidy	337
14.9.1.	Sterole	341
14.9.2.	Hormony steroidowe	344
14.9.3.	Kwasy żółciowe	346
14.9.4.	Saponiny steroidowe	347
14.9.5.	Inne steroidy	352
14.9.5.1.	Witanolidy	352

14.9.5.2.	Ekdysony	353
14.9.5.3.	Brassinoidy	354
14.10.	Glikozydy nasercowe	354
14.10.1.	Glikozydy kardenolidowe	358
14.10.2.	Glikozydy bufadienolidowe	366
14.11.	Tetraterpeny	377
14.12.	Politerpeny	380
14.13.	Irydoidy	380
14.14.	Poliacetyleny	400
14.15.	Aminy	402
14.15.1.	Ważniejsze związki aminowe	404
14.16.	Alkaloidy	412
14.16.1.	Alkaloidy pirydynowe i piperidynowe	420
14.16.2.	Alkaloidy tropanowe	429
14.16.3.	Alkaloidy izochinolinowe	437
14.16.4.	Alkaloidy indolowe	453
14.16.5.	Alkaloidy purynowe	471
14.16.6.	Alkaloidy steroidowe	476
14.16.7.	Alkaloidy chinolinowe	483
14.16.8.	Alkaloidy furochinolinowe	487
14.16.9.	Alkaloidy akrydynowe	489
14.16.10.	Alkaloidy Erythrina	489
14.16.11.	Alkaloidy monoterpene	490
14.16.12.	Alkaloidy seskwiterpenowe	491
14.16.13.	Alkaloidy diterpenowe	491
14.16.14.	Alkaloidy Amaryllidaceae	494
14.16.15.	Alkaloidy Colchicum	495
14.16.16.	Alkaloidy imidazolowe	496
14.16.17.	Alkaloidy pirolizydynowe	496
14.16.18.	Alkaloidy pirolidynowe	498
14.16.19.	Inne alkaloidy	499
14.17.	Związki cyjanowe	501
14.18.	Związki siarkowe	503
14.18.1.	Glikozydowe połączenia siarkowe (glukozynolaty)	504
14.18.2.	Olejki czosnkowe	507
14.19.	Antybiotyki	511
14.19.1.	Antybiotyki β-laktamowe (β-laktaminy)	514
14.19.2.	Antybiotyki tetracyklinowe	518
14.19.3.	Antybiotyki aminoglikozydowe	519
14.19.4.	Antybiotyki makrolidowe	521
14.19.5.	Antybiotyki polienowe	522
14.19.6.	Antybiotyki polipeptydowe	523
14.19.7.	Antybiotyki o różnej budowie	523
14.19.8.	Antybiotyki przeciwnowotworowe	526
14.20.	Witaminy	526
14.20.1.	Witaminy rozpuszczalne w tłuszczach	527
14.20.2.	Witaminy rozpuszczalne w wodzie	530
14.21.	Olejki eteryczne	538
14.22.	Żywiec i balsamy	589
14.23.	Różne surowce	593
14.24.	Inne składniki	599

14.24.1.	Floroglucydy	599
14.24.2.	Kanabinoidy	600
14.24.3.	Piretryny	601
14.24.4.	Ksantony	602
14.24.5.	Stylbeny	602
14.24.6.	Pochodne mocznika	603
14.24.7.	Cytochalazyny	603
14.24.8.	Simarubolidy	604

CZĘŚĆ TRZECIA

Przegląd chemotaksonomiczny roślin i surowców farmakognostycznych	605
------------------------------------------------------------------------------------	------------

CZĘŚĆ CZWARTA

Przegląd farmakologiczno-terapeutyczny surowców i substancji roślinnych	624
Piśmiennictwo uzupełniające	640
Słownik niektórych terminów	647
Skorowidz	650

Wykaz używanych skrótów

Ac	— acetyl
Ar	— arabinoza
bezw.	— bezwodnik
CoA	— koenzym A
DAB 10	— Deutsches Arzneibuch 10
FP IV	— Farmakopea Polska IV
FP V	— Farmakopea Polska V
f.	— forma
Gal	— galaktoza
Gl	— glukoza
j.g.	— jednostka gołębia
j.m.	— jednostka międzynarodowa
Ks	— ksyloza
m.cz.	— masa cząsteczkowa
Ph. Helv. VII	— Pharmacopea Helvetica VII
p.n.	— patrz niżej
p.w.	— patrz wyżej
Rm	— ramnoza
red.	— redukcja
sp.	— species
subsp.	— subspecies
syn.	— synonim
t.t.	— temperatura topnienia
utl.	— utlenienie
var.	— varietas (odmiana)
wsp.	— współpracownicy
+	— cecha o pewnym (niewielkim) walorze diagnostycznym
++	— cecha o średnim walorze diagnostycznym
+++	— cecha o wielkim walorze diagnostycznym

Farmakognozja ogólna

1

Przedmiot farmakognozji

Farmakognozja jest dziedziną wiedzy przyrodniczej wchodzącą w zakres nauk farmaceutycznych; zajmuje się surowcami naturalnymi i ich składnikami chemicznymi, które wykazują właściwości biologiczne mające zastosowanie w lecznictwie.

Zadaniem farmakognozji jest wszechstronne badanie tych surowców i ich składników z zastosowaniem metod fizycznych, chemicznych i biologicznych oraz badanie możliwości ich zastosowania w postaci leków naturalnych.

Przedmiotem zainteresowania farmakognozji są głównie surowce pochodzące ze świata roślinnego, w którym to świecie występują olbrzymie możliwości biosyntezy związków o charakterze wtórnych metabolitów, mających znaczną aktywność biologiczną.

Nowoczesna farmakognozja koncentruje swoją uwagę na składnikach chemicznych tych surowców, ich budowie i właściwościach farmakologicznych uzasadniających zastosowanie w lecznictwie. Pod tym względem farmakognozja opiera się ściśle na chemii związków biogenych, głównie fitochemii, tj. chemii substancji naturalnych pochodzenia roślinnego.

Nowe podejście do przedmiotu farmakognozji wyraża się przede wszystkim bardziej dynamicznym traktowaniem naturalnych źródeł leku, a więc uwzględnieniem kierunków biosyntezy substancji czynnych, a także zachodzących w roślinach lub u zwierząt przemian biochemicznych, które prowadzą do wytworzenia związków biologicznie czynnych.

Zainteresowanie współczesnej farmakognozji konkretnymi substancjami, występującymi w naturalnych surowcach, wiąże się ze znaczeniem, jakie te substancje mają w lecznictwie lub jakie mogą uzyskać nowo poznane substancje naturalne, których liczba zwiększyła się w ostatnim czasie w sposób imponujący (np. przed 40 laty znano zaledwie około 500 alkaloidów, obecnie ponad 7000).

Surowce roślinne muszą być traktowane w tym samym świetle głównie jako źródło odpowiednich substancji leczniczych. Znaczenie surowców roślinnych jako leków zmniejszyło się stosunkowo na korzyść izolowanych z nich substancji lub kompleksów substancji czynnych i proces ten dalej postępuje. Na przykład już prawie nie używa się w lecznictwie surowców roślinnych oraz preparatów

galenowych z roślin zawierających silnie działające składniki, takich jak sporysz *Secale cornutum*, liść naparstnicy purpurowej lub wełnistej *Folium Digitalis purpureae*, liść naparstnicy purpurowej lub wełnistej *Folium Digitalis purpureae*, bulwa tojadu *Tuber Aconiti*, kłącze ciemniży-cy *Rhizoma Veratri*. Te surowce zachowały jednak swoje znaczenie jako materiały wyjściowe do wyodrębnienia określonych alkaloidów lub glikozydów nasercowych.

Nowoczesna farmakognozja, oparta na podstawach fitochemicznych, zmie-rza do poznania i wprowadzenia nowych surowców roślinnych z różnych części świata, z których można otrzymać wartościowe leki, lub wykrycia nowych wartościowych związków leczniczych w roślinach uprzednio już stosowanych w lecznictwie, ale bez rozpoznania właściwych związków czynnych.

Jakie następne odkrycia w tym zakresie są możliwe — trudno przewidzieć. Olbrzymie bogactwo gatunków świata roślinnego zarówno wśród roślin wyż-szych, jak i niższych (glony, grzyby, porosty) oraz wielkie możliwości biosyntezy w tym świecie stwarzają dalsze perspektywy poszukiwań. Szczególnie dużo można sobie obiecywać po badaniach dotyczących gatunków flory krajów egzotycznych, mało poznanych pod względem chemicznym i leczniczym. Również możemy oczekiwać wyizolowania nowych cennych antybiotyków z roślin niższych, zwłaszcza różnych szczepów promieniowców, bakterii i grzy-bów niższych, a także organizmów morskich.

Farmakognozja w swojej dawnej, opisowej formie, uwzględniająca głównie morfologię i anatomię surowców, miała raczej charakter towaroznawstwa farmaceutycznego — obecnie przekształciła się w dyscyplinę zajmującą się podstawami uzyskania leku pochodzenia naturalnego o ściśle określonej struk-turze chemicznej i właściwościach farmakologicznych. Nie rezygnuje naturalnie z analizy morfologicznej i anatomicznej surowców — służą one bowiem rozpoznaniu, identyfikacji i określeniu ewentualnych zanieczyszczeń. Na pierw-szym planie jednak znajdują się fitochemiczne i biologiczne cechy surowca, decydujące o jego wartości.

Reasumując, przedmiotem farmakognozji jako dyscypliny naukowej jest badanie roślin leczniczych i surowców naturalnych w celu uzyskania wszech-stronnych danych o budowie morfologicznej i anatomicznej surowców, skład-nikach chemicznych zawartych w surowcu — ich występowaniu, izolacji, budowie chemicznej, biogenezie, właściwościach fizykochemicznych, biologicz-nych i farmakologicznych.

Przedmiotem zainteresowania praktycznie stosowanej farmakognozji jest uzyskanie i przechowywanie surowców, rozpoznawanie i określanie ich wartości oraz przeróbka na leki galenowe lub substancje izolowane.

2

Rys historyczny

Farmakognozja sięga swymi źródłami zamierzchłych czasów. Wprawdzie termin „farmakognozja” został użyty przez Polaka Seydlera w 1815 r., znane są jednak informacje o surowcach leczniczych, takich jak *Opium*, żywice *Galbanum* i *Asa*

foetida pochodzące z VII w. p.n.e., przechowywane w Muzeum Brytyjskim w Londynie.

Zainteresowanie surowcami leczniczymi, czyli tzw. *materia medica*, rozwijało się w wielu regionach świata, m.in. w Egipcie (słynny papyrus Ebersa z 1550 r. p.n.e., zawierający opisy leków roślinnych), Chinach, Indiach.

Pierwsze obszerniejsze opracowanie naukowe surowców leczniczych zawdzięczamy Grekom, m.in. Dioskorydesowi (77 r. n.e.), który opisał około 600 surowców roślinnych, oraz Rzymianom Celsusowi (II w. n.e.) i Galenowi (II w. n.e.) — twórcy farmacji galenowej.

W okresie późniejszym, kiedy w Europie następuje pewne zacofanie i era obskurantyzmu, wiedzę o surowcach leczniczych, głównie roślinnych, rozwijają Arabowie.

W XVI w. lekarz szwajcarski Paracelsus, uważany za ojca chemii farmaceutycznej, pierwszy zwraca uwagę na obecność w surowcach leczniczych związków czynnych.

Wiele różnych okoliczności wpływa następnie na rozwój wiedzy o surowcach leczniczych. Odkrycia geograficzne Vasco da Gamy oraz Krzysztofa Kolumba pozwalają poznać nowe, egzotyczne surowce. Powstają liczne ogrody botaniczne, niektóre surowce egzotyczne zostają sprowadzone do Europy (np. kora chinowa, korzeń ipekakuany, nasiona kakaowca, nasiona kawy). Rozwój botaniki opisowej i systematyki, zwłaszcza opracowanie systemu przez Linneusza (1707–1778 r.), stwarza podstawy do ścisłej klasyfikacji botanicznej roślin dostarczających surowców leczniczych.

Pierwsze fitochemiczne badania, dotyczące izolowania związków czynnych z surowców roślinnych, zostały przeprowadzone na początku XIX w. W 1805 r. Sertürner izoluje z makowca morfinę, a Derosne — narkotyne, w 1818 r. Pelletier i Caventou izolują strychninę z nasion kulczyby, a w 1820 r. — chininę z kory chinowej.

Spśród licznych następnych prac izolacyjnych tego okresu należy odnotować jako ważniejsze — izolowanie salicyny z kory wierzbowej (Leroux, 1830 r.) i krystalicznej digitaliny z liści naporstnicy purpurowej (Nativelle, 1868 r.).

Po wyodrębnieniu się farmakognozji jako samodzielnej nauki (z wydzieleniem farmakologii) — naukowe jej podstawy zostały opracowane przez Tschircha, m.in. w wielotomowym podręczniku farmakognozji.

W pierwszej połowie XX w. farmakognozja rozwija się początkowo jako dyscyplina opisowa, oparta głównie na cechach morfologicznych i anatomicznych surowców, a następnie — współcześnie — jako dyscyplina oparta na podstawach fitochemicznych przy zachowaniu wszystkich niezbędnych elementów opisowych.

Dynamiczny rozwój fitochemii na początku XX w. zawdzięczamy takim wybitnym badaczom, jak Stoll, Szent Gyorgyi, Butenandt, Ružička, Reichstein, którzy, jakkolwiek nie związani bezpośrednio z farmacją, walczyli przyczynili się do poznania i wprowadzenia do lecznictwa licznych substancji roślinnych o wybitnej aktywności farmakologicznej (alkaloidy sporyszu, glikozydy nasercowe, steroidy, terpeny).

W niektórych krajach i ośrodkach akademickich farmakognozja jest określana jako farmaceutyczna biologia (Niemcy) lub tradycyjnie jako *materia medica* (*Matière médicale* — Francja).

Farmakognozja w Polsce ma piękne tradycje. Poczynając od twórcy nazwy — Seydlera z Międzychodu — wielki wkład do jej rozwoju wnieśli polscy farmakogności, m.in. Muszyński, Strażewicz, Ossowski, Bodalski, Borkowski, Koczwarą.

Aktualnie działa w Polsce 9 zakładów farmakognozji na wydziałach farmaceutycznych akademii medycznych.

3

Związek farmakognozji z naukami pokrewnymi

Jako specjalistyczna dyscyplina biologiczna farmakognozja wykazuje liczne związki z innymi dyscyplinami biologicznymi.

Specjalne znaczenie mają podstawowe dla farmakognozji dziedziny botaniki oraz biochemii.

Botanika farmaceutyczna — uwzględniająca morfologię oraz anatomię roślin, systematykę, a także elementy cytologii, fizjologii i biochemii roślin — jest nieodzownym i podstawowym wstępem do studiowania farmakognozji zarówno teoretycznej, jak i praktycznej. Badania morfologiczno-anatomiczne stanowią podstawę identyfikacji i analizy czystości surowców.

Systematyka (taksonomia) roślin — określa precyzyjnie przynależność gatunkową roślin dostarczających surowca. W niektórych przypadkach określa również jednostki niższe od gatunku, takie jak podgatunek, odmianę, formę, chemotyp — co może być istotne dla wartości otrzymanego surowca.

Cytologia — pozwala wniknąć w budowę komórkową i ustalić cytotyp lub kariotyp rośliny dostarczającej surowca. Stopień ploidalności rośliny niekiedy wiąże się z jej cechami biochemicznymi, np. w przypadku tataraku *Acorus calamus* (*Araceae*) lub krwawnika *Achillea millefolium* (*Asteraceae*).

Fizjologia roślin — zajmuje się procesami życiowymi roślin. Szczególnie ważne jest badanie wpływu różnych czynników zewnętrznych na rośliny uprawiane. Do takich czynników należą m.in. światło, temperatura, charakter gleby, ilość opadów i inne czynniki klimatyczne wpływające na zawartość składników czynnych w roślinie.

Ostatnio istotne znaczenie dla farmakognozji uzyskała hodowla tkanek roślinnych, jako potencjalne źródło biologicznie czynnych substancji. Weszła ona w zakres nauk określanych jako **biotechnologia roślinna**.

Biochemia roślin — odgrywa obecnie w farmakognozji dużą rolę. Śledzi ona przemiany biochemiczne podstawowe i wtórne — istotne dla biosyntezy substancji czynnych w roślinie. Zagadnienia te są szerzej omówione w odpowiednich rozdziałach dotyczących biogenezy.

Chemotaksonomia — nowa dyscyplina uwzględniająca klasyfikację roślin na podstawach biochemicznych, jest niezwykle cenna w zakresie poszukiwań badawczych w świecie roślinnym. Pozwala na ewentualne przewidzenie występowania określonych substancji chemicznych w poszczególnych grupach systematycznych świata roślinnego.

Oczywiste związki ma nowoczesna farmakognozja z chemią organiczną substancji roślinnych — czyli fitochemią. W mniejszym stopniu dotyczy to substancji zwierzęcych. Z kolei fitochemia posługuje się metodami ogólnie przyjętymi w chemii organicznej.

W związku z rozwojem zastosowania antybiotyków, a także mikrobiologicznych metod transformacji substancji leczniczych (np. steroidów), wzrosło znaczenie mikrobiologii w farmakognozji. Stosunkowo mniejsze znaczenie mają dyscypliny zoologiczne, ze względu na małą liczbę surowców pochodzenia zwierzęcego stosowanych aktualnie w lecznictwie.

Udział innych dyscyplin specjalnych również wymaga zaznaczenia — dotyczy to m.in. genetyki, fitopatologii, enzymologii.

Farmakologia — dawniej połączona ściśle z farmakognozją, obecnie została wydzielona jako dyscyplina odrębna, o wielkim znaczeniu w farmacji i medycynie.

4

Pochodzenie surowców roślinnych

4.1

Zbiór roślin dziko rosnących

Zbiór roślin dziko rosnących miał i ma w dalszym ciągu duże znaczenie w przygotowaniu surowców farmakognostycznych.

Zasoby naturalne niektórych krajowych gatunków roślin są jeszcze dostatecznie duże, aby, uwzględniając również ochronę środowiska przyrodniczego, mogły dostarczyć surowców farmakognostycznych.

Do takich gatunków należą m.in.:

jałowiec pospolity	— <i>Juniperus communis</i>
brzoza (2 gatunki)	— <i>Betula pubescens</i> <i>Betula verrucosa</i>
pokrzywa zwyczajna	— <i>Urtica dioica</i>
róża dzika	— <i>Rosa canina</i>
głóg jedno- i dwuszyjkowy	— <i>Crataegus monogyna</i> <i>Crataegus oxyacantha</i>
lipa (2 gatunki)	— <i>Tilia platyphyllos</i> <i>Tilia cordata</i>
borówka czernica	— <i>Vaccinium myrtillus</i>
kasztanowiec zwyczajny	— <i>Aesculus hippocastanum</i>
dziki bez czarny	— <i>Sambucus nigra</i>
krwawnik pospolity	— <i>Achillea millefolium</i>
mniszek pospolity	— <i>Taraxacum officinale</i>
podbiał pospolity	— <i>Tussilago farfara</i>

Zbiór ze stanu naturalnego wymaga ze strony zbieraczy dużego nakładu pracy i znajomości gatunków roślinnych. Wiele wydawnictw popularyzatorskich, a także opracowania popularnonaukowe z tej dziedziny ułatwiają właściwe wykonanie zbioru i suszenie.

W celu ułatwienia zbioru są stosowane różne przyrządy, np. grzebień do zbioru koszyczków rumianku, owoców borówki czernicy, sekatory do zbioru kwiatostanów lipy itp.

Najobfitszym źródłem występowania roślin mających znaczenie w farmakognozji są w Polsce obszary województw północno-wschodnich.

Niestety intensywny zbiór roślin dziko rosnących prowadzi w wielu przypadkach do nadmiernego wyniszczenia niektórych gatunków roślin na naturalnych stanowiskach.

Również postępująca industrializacja oraz zanieczyszczenie środowiska emisjami przemysłowymi powodują zmniejszanie lub wyniszczanie stanowisk niektórych roślin.

Dotyczy to szczególnie następujących gatunków roślin:

centuria pospolita	— <i>Centaurium umbellatum</i>
dziurawiec zwyczajny	— <i>Hypericum perforatum</i>
mydlnica lekarska	— <i>Saponaria officinalis</i>
rumianek pospolity	— <i>Chamomilla recutita</i>
żywokost lekarski	— <i>Symphytum officinale</i>
kruszyna pospolita	— <i>Frangula alnus</i>
mącznica lekarska	— <i>Arctostaphylos uva-ursi</i>
bieluń dziedzierzawa	— <i>Datura stramonium</i>
glistnik jaskółcze ziele	— <i>Chelidonium majus</i>
skrzyp polny	— <i>Equisetum arvense</i>
dziewanna wielkokwiatowa	— <i>Verbascum thapsiforme</i>
rdest ptasi	— <i>Polygonum aviculare</i> .

W związku z tym coraz częściej istnieje konieczność przenoszenia gatunków dziko rosnących do uprawy (np. rumianek pospolity, dziurawiec, centuria) lub rozpowszechniania przez podsiewanie.

Można przypuszczać, że zakres zbioru roślin leczniczych ze stanu naturalnego będzie stopniowo się zmniejszał na rzecz uprawy.

4.2

Uprawa

Uprawa roślin dostarczających surowców farmakognostycznych jest i będzie ich najpoważniejszym źródłem. Już obecnie około 75% surowców roślinnych do użytku farmaceutycznego jest uzyskiwane z uprawy.

W stosunku do zbioru roślin dziko rosnących uprawa ma wiele zalet — pozwala na zbiór wielkiej ilości surowca ze stosunkowo małej powierzchni, dostarcza surowca wyrównanego pod względem cech morfologicznych, a także

zawartości składników czynnych, pozwala na ekonomizację pracy przy zbiorze (mechanizacja), na zgrupowanie plantacji w dogodnych pod względem wykorzystania rejonach (np. w pobliżu wytwórni farmaceutycznych).

W uprawie możliwe jest stosowanie zabiegów agrotechnicznych zmierzających do podniesienia wydajności surowca na jednostkę powierzchni, a także zwiększenie zawartości związków czynnych przez selekcję, wprowadzenie odmian hodowlanych, nawożenie. Pozwala również na prowadzenie prac badawczych w tym zakresie.

Wszelkie naukowe i praktyczne aspekty uprawy roślin leczniczych są przedmiotem zainteresowania agrotechniki i są pośrednio związane z farmakognozą.

W Polsce na większą skalę są uprawiane następujące gatunki roślin leczniczych:

mięta pieprzowa	— <i>Mentha piperita</i>
kminek zwyczajny	— <i>Carum carvi</i>
kolendra siewna	— <i>Coriandrum sativum</i>
koper włoski	— <i>Foeniculum capillaceum</i>
rumianek pospolity	— <i>Chamomilla recutita</i>
szałwia lekarska	— <i>Salvia officinalis</i>
tymianek pospolity	— <i>Thymus vulgaris</i>
kozłek lekarski	— <i>Valeriana officinalis</i>
naparstnica wełnista	— <i>Digitalis lanata</i>
majeranek ogrodowy	— <i>Majorana hortensis</i>
prawoślaz lekarski	— <i>Althaea officinalis</i>
pokrzyk wilcza jagoda	— <i>Atropa belladonna</i>
arcydzięgiel litwor	— <i>Archangelica officinalis</i>
lubiczyk ogrodowy	— <i>Levisticum officinale</i>
bieluń indiański	— <i>Datura innoxia</i>
len zwyczajny	— <i>Linum usitatissimum</i>
wiesiołek	— <i>Oenothera paradoxa</i> i inne gatunki
jeżówka purpurowa	— <i>Echinacea purpurea</i>
jeżówka wąskolistna	— <i>Echinacea angustifolia</i>
czosnek pospolity	— <i>Allium sativum</i>
rzewień chiński	— <i>Rheum palmatum</i> var. <i>tanguticum</i>
pieprzowiec roczny (papryka)	— <i>Capsicum annum</i>
melisa lekarska	— <i>Melissa officinalis</i>
ostropest plamisty	— <i>Silybum marianum</i>
karczoch zwyczajny	— <i>Cynara scolymus</i>
nagietek lekarski	— <i>Calendula officinalis</i>
dziurawiec zwyczajny	— <i>Hypericum perforatum</i> .

Niektóre z wymienionych gatunków roślin są uprawiane wyłącznie do celów przemysłowych, tj. produkcji odpowiednich preparatów ekstrakcyjnych. Asortyment uprawianych ziół zmienia się niemal corocznie, w zależności od potrzeb produkcyjnych, badawczych, wprowadzania nowych preparatów (np. miłorząb japoński, cis, arnika górską i in.).

Ponadto uprawiane są też rośliny w celach uzupełniających zbiór ze stanu naturalnego, jak np.

glistnik jaskółcze ziele	— <i>Chelidonium majus</i>
fiołek trójbarwny	— <i>Viola tricolor</i>
pokrzywa zwyczajna	— <i>Urtica dioica</i>

i wiele innych gatunków, służących m.in. do wyrobu spożywczych herbatek lub do celów przyprawowych.

Wpływ różnych czynników zewnętrznych — edaficznych, ekologicznych, a także genetycznych — jest przedmiotem licznych prac badawczych dotyczących uprawy roślin leczniczych. Ta dziedzina badań w Polsce ma swoją bogatą tradycję i dorobek na poziomie światowym.

4.3

Biotechnologia roślinna

Jest to żywiolowo rozwijająca się dziedzina badań biotechnologicznych, która w istocie weszła trwale w sferę zainteresowań botaniki farmaceutycznej. Ma ona jednak kapitalne znaczenie dla farmakognozji, jako jeszcze jedno nowe źródło uzyskania biologicznie czynnych substancji o nie określonych jeszcze możliwościach. Obejmuje ona kilka nowoczesnych technik biologicznych, począwszy od najdawniej znanej hodowli tkanek i komórek roślinnych *in vitro* do biotechnologii genowej — inżynierii genetycznej.

Oczekiwania związane z możliwościami hodowli tkankowych roślin wyższych były i są bardzo duże, nie wszystkie niestety w pełni się spełniły. Dla farmakognozji hodowla tkankowa jest metodą, która ma wiele zalet w stosunku do innych technologii związanych z uzyskaniem substancji biologicznie czynnych.

Przede wszystkim daje możliwość:

- uzyskiwania metabolitów (substancji) z dowolnego gatunku rośliny, także takiej, która w kraju nie rośnie,
- prowadzenia procesu technologicznego w dowolnym czasie i miejscu,
- uzyskania dużej ilości jednolitego materiału roślinnego — w technice mikrorozmnażania,
- prowadzenia prób sterowania procesami biosyntezy przez śledzenie wpływu różnych prekursorów, elicitorów (czynników stresogennych).

Te niewątpliwe zalety hodowli tkankowych zachęciły do podjęcia badań w tej dziedzinie przez dziesiątki laboratoriów badawczych, także i w Polsce (Warszawa, Kraków, Poznań, Łódź, Gdańsk). Szczegóły dotyczące samej metody są opisane w wielu opracowaniach książkowych (p. piśmiennictwo), a liczba publikowanych prac z tego zakresu jest imponująca. Niestety niewiele tylko opracowań laboratoryjnych uzyskało znaczenie praktyczne. Przyczyny nie spełnienia się (jak dotychczas) oczekiwań związanych z tą techniką są różne. Trudno je tu w pełni rozpatrywać. Najogólniej można

Tabela 1. Substancje roślinne otrzymane metodą hodowli tkankowej z dużą wydajnością

Lp.	Gatunek	Substancja	Zawartość w roślinie % na suchą masę średnio	Wydajność w hodowli tkankowej in vitro %
1.	<i>Panax ginseng</i>	ginsenozydy	4,1	27,0
2.	<i>Coptis japonica</i>	berberyna	2-4	10,0*
3.	<i>Lithospermum erythrorhizon</i>	szikonina	1,5	14,0*
4.	<i>Coleus blumei</i>	kwas rozmarynowy	3,0	15,0*
5.	<i>Catharanthus roseus</i>	ajmalicyna	0,3	1,0
6.	<i>Morinda citrifolia</i>	antrachinony	2,2	18,0
7.	<i>Echinacea purpurea</i>	polisacharydy	b.d.	b.d.*
8.	<i>Taxus sp.</i>	taksoł	b.d.	b.d.*

b.d. — brak danych

* — produkowane na skalę przemysłową

stwierdzić, że hodowla tkankowa roślin, obok wielu zalet, ma pewne niedostatki, a są nimi:

- często mała wydajność biosyntezy interesujących metabolitów,
- konieczność angażowania dość drogiej aparatury i wynikająca stąd mała ekonomicznie atrakcyjność procesu,
- trudne nieraz do przewidzenia blokady biochemiczne w procesach biosyntezy.

Mimo tych niedogodności uzyskano w hodowlach tkankowych roślin wiele wyników, które dają możliwość wykorzystania ich w praktyce. W tabeli 1 przedstawiono przykładowo istotniejsze osiągnięcia hodowli tkanek roślin o znaczeniu farmaceutycznym.

W metodzie hodowli tkankowych w celu uzyskania lepszych efektów biosyntezy metabolitów wtórnych lub też niekiedy uzyskania metabolitów zupełnie innych niż w roślinie macierzystej stosuje się ostatnio często organizmy transgeniczne, uzyskiwane przez wprowadzenie genów bakterii *Agrobacterium rhizogenes* lub *Agrobacterium tumefaciens* do eksplantów korzeni danej rośliny. Taka genetyczna transformacja prowadzi do uzyskania hodowli korzeni włóśnikowatych (ang. „hairy roots” culture) o wysokiej nieraz produktywności pożądaných substancji; stosowana jest w hodowli korzeni włóśnikowatych niektórych gatunków rodziny *Solanaceae*.

Dalszą możliwością hodowli tkankowych *in vitro* jest możliwość zastosowania ich do biotransformacji niektórych związków, np. steroidów. Na tej drodze uzyskano np. przekształcenie glikozydów *Digitalis purpurea* pochodnych digitoxygeniny w bardziej użyteczne leczniczo glikozydy *Digitalis lanata* [Reinhard i wsp., 1974].

Inną metodą hodowli *in vitro* są hodowle mycelialne grzybów — także wielkoowocnikowych. Rozwinęły się one (m.in. w Polsce) w celu uzyskiwania metabolitów wytwarzanych przez hodowaną grzybnię lub wydzielanych do

pożywek hodowlanych. Tą drogą uzyskano m.in. biologicznie aktywne polisacharydy grzybowe — m.in. schizophyllan, PSK, glukany *Tylopius felleus* i in. Hodowla mikroorganizmów grzybowych, a przede wszystkim promieniowców, od dawna jest stosowana w produkcji antybiotyków. W hodowlach tego typu odbywają się biotransformacje na skalę technologiczną, np. w produkcji kortykosteroidów, kwasu askorbowego i in.

Wreszcie najbardziej zaawansowany dział biotechnologii roślinnej, głównie z zastosowaniem bakterii — to inżynieria genetyczna, w ramach której transformowane obcym DNA organizmy bakteryjne wytwarzać mogą cenne substancje — głównie białkowe. Tą drogą otrzymano m.in. ludzką insulinę, hormon wzrostu somatostatynę STH, interferony i inne substancje białkowe. Metody te są wprowadzone do produkcji przez wiele firm farmaceutycznych.

W zakresie prac agrotechnicznych prowadzonych głównie przez Instytut Roślin i Przetworów Zielarskich w Poznaniu uzyskano i częściowo wprowadzono wiele nowych odmian hodowlanych znanych roślin leczniczych. Prace te zmierzały do uzyskania większych wydajności poszczególnych gatunków z hektara, a przede wszystkim do zwiększenia zawartości substancji czynnych. M.in. uzyskano wartościowe odmiany tetraploidalnego rumianku pospolitego: „Złoty łan” o zawartości 1,0–1,2% olejku eterycznego z 12% chamazulenu, a także odmianę „Promyk” — podobnie wartościową, odmianę kozłka lekarskiego „Polka” o znacznej zawartości olejku (0,8–1,2%), szalwii lekarskiej, tymianku zwyczajnego, kminku — o dużej zawartości olejku eterycznego, alkaloidowej rośliny bielunia indiańskiego (*Datura innoxia*) o dużej zawartości (do 0,4%) skopolaminy i 0,17% atropiny, wydajne odmiany dziurawca zwyczajnego *Hypericum perforatum* (tetraploidy).

Efekty uprawowe o podobnym znaczeniu uzyskano dla odmian glistnika jaskółczego ziela (zawartość alkaloidów powyżej 2%), malwy czarnej — odmiana „Czarna Mańka”, pieprzowca rocznego — *Capsicum annuum* — odmiana „Wulkan”, ostropestu plamistego — *Silybum marianum* — odmiana „Silna” (3–4% flawonolignanów), naparstnicy wełnistej *Digitalis lanata* — odmiana „Victoria” i wielu innych.

Prowadzone są też próby introdukcji gatunków obcej flory lub rzadkich w Polsce, jak *Arnica montana*, *Ammi majus*, *Ammi visnaga* i in.

4.4

Suszenie

Suszenie jest procesem technologicznym bardzo ważnym dla wartości surowca. Istotną rolę odgrywają tu: temperatura, ruch powietrza, grubość warstwy surowca.

Rośliny dostarczające surowca mogą być suszone na powietrzu (w cieniu), w różnego typu suszarniach ogrzewanych (elektrycznych, parowych, z nadmuchem ciepłego powietrza) lub rzadziej w procesach specjalnych, takich jak suszenie w próżni, promieniami podczerwonymi, liofilizacja. Dokładne dane dotyczące suszenia znajdują się w podręcznikach technologii.

Temperatura suszenia ma duży wpływ na zawartość substancji czynnych surowca. Szczególnie wrażliwe na wyższą temperaturę suszenia są surowce zawierające substancje lotne, np. olejki eteryczne (zwłaszcza umiejscowione w egzogennych wytworach wydzielniczych, np. włoskach gruczołowych występujących w rodzinach *Lamiaceae*, *Asteraceae*), połączenia estrowe (np. walepotriany w korzeniu kozłka lekarskiego), witaminy (głównie witamina C), enzymy, hormony. W tych przypadkach stosowane jest suszenie w temperaturze od 30 do 35°C. W wyższych temperaturach enzymy ulegają inaktywacji — ale nie zawsze jest to korzystne. Niekiedy jest też stosowane suszenie stopniowane, np. początkowo w 20–30°C, a następnie w 80–100°C (surowce zawierające glikozydy nasercowe).

Dla surowców farmakopealnych warunki suszenia są dokładnie określone w farmakopeach.

Niektóre substancje występujące w świeżych surowcach całkowicie zanikają przy suszeniu, np. drażniące skórę związki zawarte w świeżych roślinach z rodziny *Ranunculaceae*.

W niektórych przypadkach zapach pojawia się dopiero po suszeniu, np. w surowcach kumarynowych (*Herba Meliloti*).

W celu zachowania wrażliwych substancji (np. enzymów, hormonów) coraz częściej stosuje się liofilizację, tj. suszenie przez wysublimowanie wody w próżni w niskiej temperaturze.

4.5

Przechowywanie

Celem właściwego przechowywania surowców jest zapobieganie stratom składników czynnych. Jak wiadomo, składniki te należą do różnych grup chemicznych i w związku z tym mają różną trwałość, lotność oraz właściwości fizykochemiczne (właściwość ulegania utlenieniu, hydrolizie, polimeryzacji, izomeryzacji).

Najbardziej lotne są substancje zawarte w surowcach olejkowych (np. węglowodany, alkohole, aldehydy lub ketony terpenowe, estry, niższe alkohole, aldehydy).

Najłatwiej utlenieniu ulegają związki nienasycone (np. wielofenole), hydrolizie — substancje glikozydowe (O-glikozydy) i estrowe, polimeryzacji — garbniki katechinowe.

Stosunkowo bardziej trwałe są surowce zawierające węglowodany i substancje heterocykliczne (alkaloidy).

Do wyjątków należy zwiększanie się zawartości składnika czynnego przy przechowywaniu, np. zawartości olejku w owocach kminku *Fructus Carvi*, lanatozydu C w liściach naporstnicy wełnistej *Folium Digitalis lanatae*.

Podstawowym warunkiem prawidłowego przechowywania jest składowanie surowców w suchym pomieszczeniu i niskiej temperaturze. W warunkach atmosferycznych panujących w Polsce średnia wilgotność względna powietrza wynosi 64–91%. Z przeprowadzonych badań wynika, że przy wilgotności

względnej powietrza 87–91% istnieją warunki do rozwoju pleśni na wszystkich rodzajach surowców roślinnych.

Surowce zawierające glikozydy nasercowe tracą powyżej 50% aktywności w ciągu 10 dni przy wilgotności powietrza 80%.

Warunki przechowywania są zwykle określone przepisami farmakopealnymi. Pomimo jednak zachowania tych warunków następuje po pewnym czasie zmniejszenie zawartości związków czynnych.

Na przykład surowce alkaloidowe i glikozydowe tracą po 5–10 latach kilka procent składników czynnych, surowce garbnikowe — po 2–3 latach około 20%, surowce olejkowe tracą olejek szybko, ale w zależności od opakowania — stosunkowo najmniej w opakowaniach blaszanych, poliamidowych (strata 5–20% w ciągu roku), natomiast opakowania polietylenowe oraz z polichlorku winylu chłoną olejki (ubytek po kilku miesiącach do 50%).

Innym problemem przechowywania jest ochrona przed szkodnikami. W małej skali stosuje się do dezynsekcji pary chloroformu, w większej — czterochlorku węgla, bromku etylu, dichloroetanu. Związki te jednak są toksyczne i muszą być starannie usunięte z surowców przez wywietrzenie.

Czas przechowywania jest niekiedy określony przepisami farmakopealnymi, dla mieszanek ziołowych wynosi w Polsce 1 rok.

W celu zabezpieczenia przed utlenianiem surowców beztkankowych — głównie tłuszczów — bywają stosowane przeciwutleniacze (*antioxydantia*), np. tokoferole, kwas NDGA (nordihydrogwajaretynowy), estry kwasu galusowego.

Czynnikiem odgrywającym istotną rolę w przebiegu zmian zachodzących w składowanym surowcu jest zawartość wody. W surowcach suszonych mieści się zwykle 5–12%. Przepisy farmakopealne precyzują dokładnie granicę wilgotności poszczególnych surowców, np. dla *Folium Digitalis purpureae* FP IV wynosi ona tylko 8%.

Zawartość wody jest istotna dla działania enzymów hydrolizujących oraz wzrostu mikroorganizmów. Ulega ona zmianom na skutek sorpcji z powietrza. Na przykład kwiat dziewanny o zawartości wody 8,9% może wchłonąć do 18% wilgoci przy wilgotności względnej powietrza 70%, natomiast ten sam surowiec o zawartości wody 11% przy wilgotności względnej powietrza 53,3% nie będzie chłonił wilgoci, lecz usychać. Niżej podano najczęstsze rodzaje zmian występujących w poszczególnych typach surowców.

Surowce alkaloidowe. Najmniej trwałe są surowce zawierające alkaloidy tropanowe — podczas suszenia łatwo następuje recemizacja hioscyjminy do atropiny — oraz sporysz *Secale cornutum* (jeśli nie jest odtłuszczony, zawiera około 30% tłuszczu) — który jest trwały do roku. Poza tym te surowce są dość trwałe.

Surowce zawierające glikozydy nasercowe. Są mało trwałe, ale zachodzące zmiany, głównie hydroliza enzymatyczna, są uzależnione od wilgotności surowców. Odnośnie do przechowywania i suszenia są różne poglądy. Na ogół jednak trwałość nie przekracza roku. Praktycznie są wykorzystywane bezpośrednio do przerobu.

Surowce antraglikozydowe. Łatwo zachodzą zmiany fermentacyjne oraz utlenianie. Specjalne przepisy dotyczą usuwania z kory kruszyny *Cortex Frangulae* substancji o działaniu wymiotnym. Nie jest jeszcze wyjaśnione, jakie związki wywołują takie działanie (białka?).