

Contents

<i>Preface</i>	v
1. Introduction	1
PART A: SECONDARY METABOLITES	
2. Alkaloids	9
2.1 Alkaloidal amines	11
<i>Ephedra sinica</i> Stapf. (Ephedraceae)	11
<i>Alhagi pseudalhagi</i> Desv. (Fabaceae)	12
<i>Catha edulis</i> Forsk (Celastraceae)	13
<i>Sida cordifolia</i> Linn. (Malvaceae)	13
<i>Urtica dioica</i> Linn. (Urticaceae)	13
2.2 Diterpenoid Alkaloids	14
<i>Aconitum napellus</i> Linn. (Ranunculaceae)	14
<i>Aconitum ferox</i> Wall	15
<i>Aconitum heterophyllum</i> Wall	15
<i>Aconitum chasmantham</i> Stapf.	15
2.3 Imidazole Alkaloids	16
<i>Pilocarpus</i> spp. (Rutaceae)	16
2.4 Indole Alkaloids	16
<i>Catharanthus roseus</i> G. Don (Apocynaceae)	17
<i>Uncaria guianensis</i> Gmelin & <i>U. tomentosa</i> DC. (Rubiaceae)	18
<i>Strychnos nux-vomica</i> Linn. (Loganiaceae)	18
<i>Physostigma venenosum</i> Bal. (Fabaceae)	19
<i>Mucuna pruriens</i> DC. (Fabaceae)	19
<i>Claviceps purpurea</i> Tul. (Clavicipitaceae)	20
<i>Convolvulus pluricaulis</i> Chois. (Convolvulaceae)	21
<i>Evolvulus alsinoides</i> Linn. (Convolvulaceae)	21
<i>Ipomoea nil</i> Roth. (Convolvulaceae)	21
<i>Ipomoea mauritiana</i> Jacq. (Convolvulaceae)	22
<i>Ipomoea marginata</i> Verdc. (Convolvulaceae)	22
<i>Erythrina variegata</i> Linn. (Fabaceae)	23
<i>Rauwolfia serpentina</i> Benth (Apocynaceae)	23
<i>Passiflora incarnata</i> Linn. (Passifloraceae)	24
<i>Alstonia scholaris</i> R. Br. (Apocynaceae)	24
<i>Peganum harmala</i> Linn. (Zygophyllaceae)	25
<i>Desmodium gangeticum</i> DC. (Fabaceae)	25

- Murraya exotica* Blance (Rutaceae) 26
Gelsemium sempervirens Ait. (Loganiaceae) 26
Tabernaemontana divaricata Roem. & Schult. (Apocynaceae) 26
- 2.5 Isoquinoline Alkaloids 27
Cephaelis ipecacuanha A. Rich. (Rubiaceae) 28
Berberis aristata DC (Berberidaceae) 29
Alangium salvifolium Wang (Alangiaceae) 29
Hydrastis canadensis Linn. (Ranunculaceae) 30
Mahonia aquifolium Nuttall (Berberidaceae) 31
Argemone mexicana Linn. (Papaveraceae) 31
Sanguinaria canadensis Linn. (Papaveraceae) 31
Curare 32
Tinospora cordifolia Miers (Menispermaceae) 32
Cissampelos pariera Linn. (Menispermaceae) 33
Stephania glabra Miers. (Menispermaceae) 33
Jateorhiza palmata Linn. (Menispermaceae) 34
Tiliacora racemosa Cole. (Menispermaceae) 34
Papaver somniferum Linn. (Papaveraceae) 34
Aristolochia indica Linn. (Aristolochiaceae) 35
Hedera nepalensis Koch. (Araliaceae) 36
Nelumbo nucifera Gaertn (Nymphaeaceae) 36
- 2.6 Monoterpenoid Alkaloids 37
Valeriana officinalis Linn. (Valerianaceae) 37
Enicostemma hyssopifolium Verdoon (Gentianaceae) 37
- 2.7 Phenanthro-indolizidine Alkaloids 37
Tylophora indica Merrill. (Asclepiadaceae) 38
- 2.8 Pyridine-piperidine Alkaloids 38
Areca catechu Linn. (Arecaceae) 38
Piper nigrum Linn. (Piperaceae) 39
Piper longum Linn 39
Punica granatum Linn. (Punicaceae) 40
Conium maculatum Linn. (Apiaceae) 40
Lobelia inflata Linn. (Lobeliaceae) 40
- 2.9 Quinazoline Alkaloids 41
Adhatoda zeylanica Medic. (Acanthaceae) 41
- 2.10 Quinoline Alkaloids 41
Cinchona spp. (Rubiaceae) 42
Toddalia asiatica Lam. (Rutaceae) 42
Glycosmis pentaphylla DC (Rutaceae) 43
- 2.11 Quinolizidines/Lupinane Alkaloids 43
Cytisus scoparius Linn. (Fabaceae) 43
Boerhavia diffusa Linn. (Nyctaginaceae) 44
- 2.12 Sesquiterpene Alkaloids 44
Celastrus paniculatus Willd (Celastraceae) 44
- 2.13 Steroidal Alkaloids 45
Veratrum viride Aiton (Liliaceae) 45

- Holarrhena pubescens* Wall. (Apocynaceae) 46
Solanum americanum Linn. (Solanaceae) 46
Solanum surattense **Burm. f.** (Euphorbiaceae) 47
Wrightia arborea Mabb. (Apocynaceae) 47
- 2.14 Tropane Alkaloids 48
Atropa belladonna Linn. (Solanaceae) 48
Hyoscyamus niger Linn. (Solanaceae) 49
Datura stamonium Linn. (Solanaceae) 49
Datura metel Linn. 50
Duboisia myoporoides R. Br. & *D. leichhardtii* F. Muell. (Solanaceae) 50
Scopolia carniolica Jacq. (Solanaceae) 50
Mandragora officinarum Linn. (Solanaceae) 50
Erythroxylum coca Lam. (Erythroxylaceae) 51
Convolvulus arvensis Linn (Convolvulaceae) 51
- 2.15 Tropolone Alkaloids 52
Colchicum autumnale Linn. (Liliaceae) 52
Gloriosa superba Linn. (Liliaceae) 53
Premna corymbosa Rottl. (Verbenaceae) 53
Crataeva nurvala Buch-Ham. (Capparaceae) 54
3. Terpenoids 55
- 3.1 Monoterpenes 55
Normal Monoterpenes 56
Iridoids (Cyclopentanoid monoterpenes) 57
Tropolones 57
- 3.2 Sesquiterpenes 57
- 3.3 Volatile Oils 59
- 3.4 Aromatherapy 59
Angelica sinensis Diels. (Apiaceae) 60
Melissa officinalis Linn. (Lamiaceae) 61
Hyssopus officinalis Linn. (Lamiaceae) 61
Tanacetum vulgare Linn. (Asteraceae) 62
Acorus calamus Linn. (Araceae) 62
Alpinia galanga Willd. (Zingiberaceae) 62
Alpinia officinarum Hance 63
Amomum subulatum Roxb. (Zingiberaceae) 63
Anethum graveolens Linn. (Apiaceae) 63
Anethum sowa Roxb. 64
Angelica archangelica Linn. (Apiaceae) 65
Apium graveolens Linn. (Apiaceae) 65
Calendula officinalis Linn. (Asteraceae) 66
Syzygium aromaticum **Merr. & Perry** (Myrtaceae) 67
Marrubium vulgare Linn. (Lamiaceae) 67
Lavandula officinalis Choix (Lamiaceae) 68
Rosemarinus officinalis Linn. (Lamiaceae) 68
Mentha piperita Linn. (Lamiaceae) 68
Mentha spicata Linn. (Lamiaceae) 69

- Thymus vulgaris* Linn. (Lamiaceae) 69
Gaultheria procumbens Linn. (Ericaceae) 69
Caesulia axillaris Roxb. (Asteraceae) 70
Carum carvi Linn. (Apiaceae) 70
Chenopodium ambrosioides Linn. (Chenopodiaceae) 71
Chenopodium anthelminticum Linn. 71
Cinnamomum aromaticum Nees. (Lauraceae) 71
Cinnamomum camphora Presl. 72
Cinnamomum tamala Nees & Eberm. 72
Coleus ambonicus Lotur. (Lamiaceae) 73
Coriandrum sativum Linn. (Apiaceae) 73
Cymbopogon citratus Stapf. (Poaceae) 74
Cymbopogon martinii Wats. 74
Eucalyptus globulus Labill. (Myrtaceae) 74
Foeniculum vulgare Mill. (Apiaceae) 74
Myristica fragrans Houtt. (Myristicaceae) 75
Ocimum tenuiflorum Linn (Lamiaceae) 76
Curcuma zedoaria Roscoe (Zingiberaceae) 76
Piper betel Linn. (Piperaceae) 76
Ruta graveolens Linn (Rutaceae) 77
Hyptis suaveolens Poit. (Lamiaceae) 77
Iridoids 78
Barleria prionitis Linn. (Acanthaceae) 78
Barleria cristata Linn. 78
Barleria strigosa Willd. 78
Vitex negundo Linn. (Verbenaceae) 79
Picrorhiza kurroa Linn. (Scrophulariaceae) 79
Gentiana lutea Linn. (Gentianaceae) 79
Sesquiterpenes 80
Chrysanthemum parthenium Pers. (Asteraceae) 80
Nardostachys jatamansi DC. (Valerianaceae) 80
Anthemis nobilis Linn. (Asteraceae) 81
Ageratum conyzoides Linn. (Asteraceae) 81
Artemisia cina Berg. (Asteraceae) 82
Artemisia absinthium Linn 82
Artemisia maritima Linn. 83
Achillea millefolium Linn (Asteraceae) 83
Santalum album Linn. (Santalaceae) 83
Cichorium intybus Linn. (Asteraceae) 84
Pogostemon cablin Benth. (Lamiaceae) 84
Saussurea lappa C.B.Clarke (Asteraceae) 85
Anamirta cocculus W. & A. (Menispermaceae) 85
Elephantopus scaber Linn. (Asteraceae) 85
Inula racemosa Hook.f. (Asteraceae) 86
Inula helenium Linn. 86

- Cyperus rotundus* Linn. (Cyperaceae) 86
 Glucosinolates and Sulphides 87
Lepidium sativum Linn. (Brassicaceae) 87
Tropaeolum majus Linn. (Tropaeolaceae) 87
Armoracia rusticana Gaertn. (Brassicaceae) 88
Capsella bursa-pastoris Medic. (Brassicaceae) 88
Moringa oleifera Lam. (Moringaceae) 89
Allium sativum Linn. (Liliaceae) 89
Allium cepa Linn. 90
Allium porrum Linn. 90
Allium schoenoprasum Linn. 90
Ferula asafoetida Bios. (Apiaceae) 91
- 3.5 Diterpenes 91
- Ginkgo biloba* Linn. (Ginkgoaceae) 92
Taxus brevifolia Nutt. (Taxaceae) 93
Swertia chirata Buch.-Ham. (Gentianaceae) 93
Andrographis paniculata Wall. (Acanthaceae) 94
Aleurites fordii Hemsl. (Euphorbiaceae) 94
Baliospermum solanifolium Suresh (Euphorbiaceae) 95
Jatropha gossypifolia Linn. (Euphorbiaceae) 95
Jatropha glandulifera Roxb. 96
Boswellia serrata Roxb. (Burseraceae) 96
Caesalpinia bonduc Roxb. (Caesalpinaceae) 97
Caesalpinia crista Linn. 97
Calophyllum inophyllum Linn. (Clusiaceae) 98
- 3.6 Triterpenoids 99
- Steroids 99
- Sterolins and Saponins 99
- 3.6a Triterpenes and Steroids 100
- Allamanda cathartica* Linn. (Apocynaceae) 100
Achyranthes aspera Linn. (Amaranthaceae) 100
Trianthema portulacastrum Linn. (Aizoaceae) 101
Vernonia cinerea Less. (Asteraceae) 101
Gossypium arboreum Linn. (Malvaceae) 102
Gossypium herbaceum Linn. 102
Helicteres isora Linn. (Sterculiaceae) 103
Hmidesmus indicus R.Br. (Asclepiadaceae) 103
Ichnocarpus frutescens R.Br. (Apocynaceae) 104
Gymnema sylvestre R.Br. (Asclepiadaceae) 105
Holoptelia integrifolia Planch. (Ulmaceae) 104
Commiphora spp. (Burseraceae) 105
Commiphora wightii Amott. (Burseraceae) 105
Aerva lanata Juss. (Amaranthaceae) 106
Drypetes roxburghii Hurus (Euphorbiaceae) 106
Chamaesyce hirta Millsp. (Euphorbiaceae) 107
Euphorbia thymifolia Linn. 107

- Euphorbia nivulia* Buch. - Ham. (Euphorbiaceae) 108
Clerodendrum indicum Kuntze (Verbenaceae) 108
Ficus benghalensis Linn. (Moraceae) 108
Ficus carica Linn. 109
Ficus racemosa Linn. 109
Ficus religiosa Linn. 110
Cissus quadrangula Linn. (Vitaceae) 110
Withania somnifera Dunal (Solanaceae) 110
Citrullus colocynthis Schard. (Cucurbitaceae) 111
3.6b Limonoids and Quassinoids 111
Picrasma excelsa Planch. (Simaroubaceae) 112
Ailanthus excelsa Roxb. (Simaroubaceae) 112
Azadirachta indica A. Juss. (Meliaceae) 113
Brucea javanica Merril (Simaroubaceae) 114
3.6c Saponins 114
Polygala senega Linn. (Polygalaceae) 115
Smilax spp. (Liliaceae) 115
Panax spp. (Araliaceae) 115
Eleutherococcus senticosus Maxim. (Araliaceae) 116
Bupleurum falcatum Linn. (Apiaceae) 117
Platycodon grandiflorum DC (Campanulaceae) 117
Polygala tenuifolia Willd. (Polygalaceae) 117
Akebia quinata DC (Lardizabalaceae) 117
Ziziphus jujuba var. *spinosa* Hu (Rhamnaceae) 118
Abrus precatorius Linn. (Fabaceae) 118
Agave americana Linn. (Agavaceae) 119
Asparagus racemosus Willd (Liliaceae) 119
Chlorophytum borivilianum Sant. & Fernandes (Liliaceae) 120
Fagonia cretica Linn. (Zygophyllaceae) 120
Aesculus hippocastanum Linn. (Hippocastanaceae) 121
Trigonella foenum-graecum Linn. (Fabaceae) 121
Glycyrrhiza glabra Linn. (Fabaceae) 122
Balanites roxburghii Planch. (Simaroubaceae) 122
Bacopa monnieri Wettst. (Scrophulariaceae) 123
Serenoa repens Small (Arecaceae) 123
Taraxacum officinale Weber (Asteraceae) 124
Guaiacum officinale Linn. (Zygophyllaceae) 124
Catunaregam spinosa Tirveng. (Rubiaceae) 125
Centella asiatica Urban. (Apiaceae) 125
Costus speciosus Smith. (Zingiberaceae) 126
Curculigo orchioides Gaertn. (Amaryllidaceae) 126
Tribulus terrestris Linn. (Zygophyllaceae) 127
Actaea racemosa Linn. (Ranunculaceae) 127
3.6d Cardiac glycosides 127
Digitalis purpurea Linn. (Scrophulariaceae) 128
Convallaria majalis Linn. (Liliaceae) 129

Strophanthus kombe Oliv., *S. hispidus* DC (Apocynaceae) 129

Asclepias curassavica Linn. (Asclepiadaceae) 130

Carissa carandas Linn. (Apocynaceae) 130

Cerbera manghas Linn. (Apocynaceae) 131

Calotropis gigantea Ait.f. (Asclepiadaceae) 131

Calotropis procera Ait.f. 132

Corchorus olitorius Linn. (Tiliaceae) 133

Pergularia daemia Choiv. (Asclepiadaceae) 133

Nerium oleander Linn. (Apocynaceae) 134

Leptadenia reticulata W. & A. (Asclepiadaceae) 134

Thweticia peruviana Meml (Apocynaceae) 135

Helleborus niger Linn. (Ranunculaceae) 135

Drimia indica Jessop (Liliaceae) 135

3.7 Carotenoids 136

Lycopersicon esculentum Mill. (Solanaceae) 137

Carica papaya Linn. (Caricaceae) 137

Crocus sativus Linn. (Iridaceae) 138

Nyctanthes arbor-tristis Linn. (Oleaceae) 138

Bixa orellana Linn. (Bixaceae) 138

4. Phenolics

140

4.1 Simple Phenols 140

4.2 Phenolic Acids 141

4.3 Acetophenones 141

4.4 Phenyl Propanes 141

4.5 Benzophenones 142

Dryopteris filix-mas Schott (Polypodiaceae) 142

Semecarpus anacardium Linn. (Anacardiaceae) 143

Humulus lupulus Linn (Cannabinaceae) 143

Capsicum annum Linn. (Solanaceae) 143

Curcuma longa Linn (Zingiberaceae) 144

Piper methysticum Forst. (Piperaceae) 145

Styrax spp. (Styraceae) 145

4.6 Xanthones 146

4.7 Coumarins 146

Aegle marmalos Correa (Rutaceae) 147

Feronia limonia Swingle (Rutaceae) 148

Psoralea corylifolia Linn. (Fabaceae) 148

Eclipta alba Hassk. (Asteraceae) 148

4.8 Chromones 149

Bergenia ciliata Stemb. (Saxifragaceae) 149

Ammi visnaga Lam. (Apiaceae) 150

4.9 Stilbenes 150

4.10 Lignans 150

Podophyllum peltatum Linn. (Berberidaceae) 151

Podophyllum emodi Wall. 151

- Phyllanthus amarus* Schum. & Thonn. (Euphorbiaceae) 152
Gmelina arborea Roxb. (Verbenaceae) 152
Piper cubeba Linn. (Piperaceae) 152
Sesamum indicum Linn. (Pedaliaceae) 153
Linum usitatissimum Linn. (Linaceae) 153
Schisandra chinensis Linn. (Schisandraceae) 154
Aleurites moluccana Willd. (Euphorbiaceae) 154
- 4.11 Flavonoids 155
- 4.11a Anthocyanins 155
 4.11b Aurones 156
 4.11c Biflavonyls 156
 4.11d Catechins, Flavan-3, 4-diols and Proanthocyanidins 156
 4.11e Chalcones 157
 4.11f Flavones and Flavonols 157
 4.11g Flavonones and Flavononols (Dihydroflavones and Dihydro Flavonols) 158
 4.11h Isoflavones, Isoflavonones and Homoiso flavones 158
 4.11i Neoflavanoids 159
- Vaccinium myrtillus* Linn. (Vacciniaceae/Ericaceae) 159
Crataegus laevigata DC & *C. monogyna* Linn. (Rosaceae) 160
Sambucus nigra Linn. (Caprifoliaceae) 160
Hibiscus rosa-sinensis Linn. (Malvaceae) 160
Ixora coccinea Linn. (Rubiaceae) 161
Fagopyrum esculentum Moench. (Polygonaceae) 161
Camellia sinensis Kuntze (Theaceae) 162
Oroxylum indicum Vent. (Bignoniaceae) 163
Biophytum sensitivum DC. (Oxalidaceae) 163
Woodfordia floribunda Salisb. (Lythraceae) 164
Gardenia gummifera Linn. f. (Rubiaceae) 164
Gardenia resinifera Roth. 165
Bauhinia purpurea Linn. (Caesalpiniaceae) 165
Bauhinia racemosa Lam. 165
Bauhinia tomentosa Linn. 166
Bauhinia variegata Linn. 166
Cardiospermum halicacabum Linn. (Sapindaceae) 166
Canscora decussata Roem. & Schult. (Gentianaceae) 167
Glycine max Merrill (Fabaceae) 167
Iris germanica Linn. (Iridaceae) 168
Pterocarpus marsupium Roxb. (Fabaceae) 168
Tephrosia purpurea Pers. (Fabaceae) 169
Derris indica Bennet (Fabaceae) 169
Mallotus philippensis Don. (Euphorbiaceae) 170
Silybium marianum Gaertn. (Asteraceae) 170
- 4.12 Quinones 171
- 4.12a Benzoquinones 171

- 4.12b Naphthaquinones 171
- 4.12c Anthraquinones 171
- Embelia ribes* Burm.f. (Myrsinaceae) 172
- Arnebia nobilis* Rachinger (Boraginaceae) 172
- Stereospermum suaveolens* DC (Bignoniaceae) 173
- Plumbago indica* Linn. (Plumbaginaceae) 173
- Aloe barbadensis* Mill. (Liliaceae) 173
- Cassia* Linn. (Caesalpiniaceae) 174
- Cassia occidentalis* Linn. (Caesalpiniaceae) 174
- Cassia tora* Linn. 175
- Cassia senna* Linn. 175
- Cassia fistula* Linn. 176
- Cassia angustifolia* Vahl. (Caesalpiniaceae) 177
- Rheum palmatum* Linn. (Polygonaceae) 177
- Rhamnus purshiana* DC. (Rhamnaceae) 178
- Rhamnus alnus* Mill. (Rhamnaceae) 178
- Andira araroba* Aguiar (Fabaceae) 179
- Rubia cordifolia* Linn. (Rubiaceae) 179
- Pterocarpus santalinus* Linn. (Fabaceae) 179
- Hypericum perforatum* Linn. (Hypericaceae) 180
- 4.13. Tannins 180
- Barringtonia acutangula* Gaertn (Lecythidaceae) 182
- Hamamelis virginiana* Linn. (Hamamelidaceae) 182
- Syzygium cumini* Skeels (Myrtaceae) 183
- Saraca asoca* De Wilde (Caesalpiniaceae) 183
- Thespesia populnea* Sol. (Malvaceae) 184
- Terminalia chebula* Retz. (Combretaceae) 184
- Terminalia bellirica* Roxb. (Combretaceae) 185
- Terminalia arjuna* W.&A 185
- Symplocos cochinchinensis* Moore (Symplocaceae) 185
- Adenanthera pavonina* Linn. (Mimosaceae) 186
- Acacia catechu* Willd. (Mimosaceae) 186
- Acacia nilotica* subsp. *indica* Brenan (Mimosaceae) 187
- Albizia lebbek* Willd. (Mimosaceae) 187
- Albizia procera* Benth. 188
- Albizia odoratissima* Benth. 188
- Butea monsperma* Taub. (Fabaceae) 188
- 4.14 Antioxidant Therapy 189
5. Gums and Mucilages 192
- Echinacea angustifolia* DC. (Asteraceae) 192
- Plantago ovata* Forsk. (Plantaginaceae) 193
- Hygrophila auriculata* Heine (Acanthaceae) 193
- Sterculia* spp.—(Sterculiaceae) 194
- Anogeissus latifolia* Wall. (Combretaceae) 194

- Abelmoschus esculentus* Moench (Malvaceae) 194
Abutilon indicum Sweet. (Malvaceae) 195
Abutilon hirtum Sweet. 196
Acacia senegal Willd. (Mimosaceae) 196
Ulmus rubra **Muhl.** (Ulmaceae) 196
Alcea rosea Linn. (Malvaceae) 197
Althea officinalis Linn. (Malvaceae) 197
Bambusa arundinacea Roxb. (Poaceae) 198
 Tabashir 198
Basella alba Linn. (Basellaceae) 198
Benincasa hispida **Cogn.** (Cucurbitaceae) 199
Amorphophallus campanulatus Blume (Araceae) 199
Ceratonia siliqua Linn. (Caesalpiniaceae) 200
Macrocystis spp. (Laminariaceae) 200
Gelidium cartilagineum Gaillon (Rhodophyceae) 201
Chondrus spp. and *Gigartina* spp. (Rhodophyceae) 201

PART B: PRIMARY METABOLITES

6. The Primary Metabolics

205

- 6.1 Carbohydrates 205
 6.2 Aminoacids and Proteins 206
Citrus spp. (Rutaceae) 208
Emblica officinalis **Gaertn.** (Euphorbiaceae) 209
Portulaca oleracea Linn. (Portulacaceae) 209
Tamarindus indica Linn. (Caesalpiniaceae) 210
Oxalis corniculata Linn. (Oxalidaceae) 210
Garcinia indica Choiss. (Clusiaceae) 210
Garcinia mangostana Linn 211
Garcinia combogia Desv. 211
Garcinia morella Desv. 211
 6.3 Fatty Acids, Triacylglycerols and Glycolipids 212
Oenothera biennis Linn. (Onagraceae) 212
Hydnocarpus wightiana **Bl.** (Flacourtiaceae) 213
Ricinus communis Linn. (Euphorbiaceae) 213
Exogonium purga Benth. (Convolvulaceae) 213
Ipomoea orizabensis Led. (Convolvulaceae) 214
Operculina turpethum Silva **Manso** (Convolvulaceae) 214

<i>General References</i>	215
<i>References</i>	216
<i>Appendix</i>	224
<i>Index</i>	230