

## 松嫩草地非粮柴油能源植物区系成分分析

王洪峰<sup>1</sup> 黄茹<sup>1</sup> 郑宝江<sup>2\*</sup>

(1. 东北林业大学 林学院, 哈尔滨 150040; 2. 东北林业大学 生命科学学院, 哈尔滨 150040)

**摘要** 通过野外踏查和查阅资料相结合的方法对松嫩草地的非粮柴油能源植物组成进行分析。结果显示:松嫩草地非粮柴油能源植物包括 20 科 54 属 75 种,温带性质明显,世界分布科占绝大多数(70%)。北温带分布型的属所占比例最高(25.93%),中国-日本分布型和旧世界温带分布型的种所占比例最大(18.57%)。主要分 5 个区和亚区,非粮柴油能源植物中东北植物区成分(NE)占 19.93%,华北植物区成分(NC)占 18.92%,东北平原亚区成分(NEP)占 22.64%,东蒙古草原亚区成分(EMS)占 19.59%,大兴安岭植物区成分(DA)占 18.92%。本区植物温带性质十分明显,保存了相当数量的相邻区系的非粮柴油能源植物资源,资源植物储备量大,有很好的开发前景。

**关键词** 能源植物; 区系分析; 松嫩草地

中图分类号 S 216.2

文章编号 1007-4333(2012)06-0231-08

文献标志码 A

## Floristic analysis of non-food plant resource for biodiesel in Songnen grassland

WANG Hong-feng<sup>1</sup>, HUANG Ru<sup>1</sup>, ZHENG Bao-jiang<sup>2\*</sup>

(1. College of Forestry, Northeast Forestry University, Harbin 150040, China;

2. College of Life Sciences, Northeast Forestry University, Harbin 150040, China)

**Abstract** The non-food plant resources for biodiesel were surveyed by the range reconnaissance and resourcing approaches in Songnen Grassland. There were 75 species of halophytes in 20 families and 54 genera. Distribution of the non-food plant resource for biodiesel families and the energy plants genera showed that the flora had a diverse geographical characteristic with an overwhelming numbers in temperate regions. Over 70% of the majority of families were Cosmopolitan. North Temperate was the maximum type genera (25.93%), Old World Tropics and E. Asia were the maximum type species. The faunistic component is NC: 18.92%, NEP: 22.64%, EMS: 19.59%, DA: 18.92%, NE: 19.93%, respectively.

**Key words** plant resource for biodiesel; floristic analysis; Songnen grassland

煤和石油等化石资源将在不远的将来耗尽<sup>[1]</sup>, 2015 年生物质能源有可能占能源消费的 40%<sup>[2]</sup>。能源是国民经济的命脉<sup>[3]</sup>, 生物柴油植物是指富含油脂的能源植物<sup>[4]</sup>, 生物柴油优点众多<sup>[5]</sup>, 能源植物及其生产是生物质能源发展的基础<sup>[6]</sup>。野生能源植物作为一种战略资源越来越受到重视<sup>[7]</sup>。目前, 我国生物柴油植物多数处于野生状态, 生物柴油植物的种类及分布状况尚缺乏全面调查统计。松嫩草地面积广大, 地理位置独特, 植物资源丰富, 在开发利

用能源植物方面有着得天独厚的优势。因此, 对松嫩草地能源植物的资源状况及评价研究具有十分重要的意义。本研究对松嫩草地的非粮柴油能源植物的组成、特点等做出分析, 旨在为此种资源在该地区的开发利用提供依据。

### 1 研究地概况

松嫩草地地处温带, 欧亚大草原东缘。主要的植物群落有羊草群落、针茅群落、星星草群落、

收稿日期: 2012-00-00

基金项目: 国家科技基础性工作专项重点项目专题(2008FY11040034)

第一作者: 王洪峰, 工程师, 主要从事植物分类、生态研究, E-mail: wanghongfeng90@163.com

通讯作者: 郑宝江, 副教授, 主要从事植物分类学研究, E-mail: zbjnefu@126.com

虎尾草群落等<sup>[8]</sup>。平均海拔 152 m,属温带大陆性季风气候,年均降雨量为 400 mm 左右,80%集中在 7、8、9 月,年平均气温 3.6~4.4 °C,日平均气温稳定在 0 °C 以上的日数 210 d,无霜期 140 d,封冻期在 11 月上旬,解冻期在 5 月上旬。松嫩草地植物区系上大部分地区位于东北平原亚区,植物种类丰富。松嫩草地土壤以草甸土和盐碱土为

主,土壤化学和物理性质常在较小范围内有比较剧烈的变化,这种变化极大地影响了地上植物的分布<sup>[9]</sup>。

### 1.1 松嫩草地非粮柴油能源植物名录

通过野外踏查和查阅资料相结合的方法,建立松嫩草地非粮柴油能源植物名录(表 1),共收录非粮柴油能源植物 20 科 54 属 75 种<sup>[10-26]</sup>。

表 1 松嫩草地非粮柴油能源植物名录  
Table 1 Non-food biodiesel plants in Songnen grassland

科	属	种
榆科 Ulmaceae	榆属 <i>Ulmus</i> Linn.	家榆 <i>Ulmus pumila</i> Linn.
		黄榆 <i>Ulmus macrocarpa</i> Hance
桑科 Moraceae	大麻属 <i>Cannabis</i> Linn.	大麻 <i>Cannabis sativa</i> Linn.
	葎草属 <i>Humulus</i> Linn.	葎草 <i>Humulus scandens</i> (Lour.) Merr.
藜科 Chenopodiaceae	地肤属 <i>Kochia</i> Roth	地肤 <i>Kochia scoparia</i> (Linn.) Schrad.
	碱蓬属 <i>Suaeda</i> Forssk. ex Scop.	角果碱蓬 <i>Suaeda corniculata</i> (C. A. Mey.) Bunge
		翅碱蓬 <i>Suaeda heteroptera</i> Pall.
	沙蓬属 <i>Agriophyllum</i> Bieb.	沙蓬 <i>Agriophyllum squarrosum</i> (Linn.) Moq.
苋科 Amaranthaceae	苋属 <i>Amaranthus</i> Linn.	反枝苋 <i>Amaranthus retroflexus</i> Linn.
防己科 Menispermaceae	蝙蝠葛属 <i>Menispermum</i> Linn.	蝙蝠葛 <i>Menispermum dauricum</i> DC.
罂粟科 Papaveraceae	白屈菜属 <i>Chelidonium</i> Linn.	白屈菜 <i>Chelidonium majus</i> Linn.
十字花科 Cruciferae	播娘蒿属 <i>Descurainia</i> Webb et Berth.	播娘蒿 <i>Descurainia sophia</i> (Linn.) Webb. ex Prantl
	葶苈属 <i>Draba</i> Linn.	葶苈 <i>Draba nemorosa</i> Linn.
	独行菜属 <i>Lepidium</i> Linn.	独行菜 <i>Lepidium petalum</i> Willd.
	蔊菜属 <i>Rorippa</i> Scop.	密花独行菜 <i>Lepidium densiflorum</i> Schrad.
		球果蔊菜 <i>Rorippa globosa</i> (Turcz. ex Fisch. & C. A. Mey.) Vassilcz.
		风花菜 <i>Rorippa islandica</i> (Oed.) Borb.
	南芥属 <i>Arabis</i> Linn.	垂果南芥 <i>Arabis pendula</i> Linn.
	芥属 <i>Capsella</i> Medic.	芥菜 <i>Capsella bursa-pastoris</i> (Linn.) Medic.
	碎米荠属 <i>Cardamine</i> Linn.	白花碎米荠 <i>Cardamine leucantha</i> (Tausch) O. E. Schulz
	大戟科 Euphorbiaceae	大戟属 <i>Euphorbia</i> Linn.
林大戟 <i>Euphorbia lucorum</i> Rupr.		
东北大戟 <i>Euphorbia mandshurica</i> Linn.		
狼毒大戟 <i>Euphorbia pallasii</i> Turcz. ex Ledeb.		
		叶底珠 <i>Securinega suffruticosa</i> (Pall.) Baill.

续表

科	属	种
蔷薇科 Rosaceae	路边青属 <i>Geum</i> Linn.	水杨梅 <i>Geum aleppicum</i> Jacq.
	地榆属 <i>Sanguisorba</i> Linn.	垂穗粉花地榆 <i>Sanguisorba tenuifolia</i> Fisch. ex Link
		小白花地榆 <i>Sanguisorba tenuifolia</i> var. <i>alba</i> Trautv. et Mey.
		地榆 <i>Sanguisorba officinalia</i> Linn.
	龙牙草属 <i>Agrimonia</i> Linn.	龙牙草 <i>Agrimonia pilosa</i> Ledeb.
	杏属 <i>Armeniaca</i> Mill.	山杏 <i>Armeniaca sibirica</i> (Linn.) Lam.
	大豆属 <i>Glycine</i> Willd.	野大豆 <i>Glycine soja</i> Sieb. et Zucc.
蝶形花科 Papilionaceae	草木犀属 <i>Melilotus</i> Miller	草木犀 <i>Melilotus suaveolens</i> (L.) Lam.
	车轴草属 <i>Trifolium</i> Linn.	野火球 <i>Trifolium lupinaster</i> Linn.
	槐属 <i>Sophora</i> Linn.	苦参 <i>Sophora flavescens</i> Ait.
	鸡眼草属 <i>Kummerowia</i> Schindl.	短萼鸡眼草 <i>Kummerowia stipulacea</i> (Maxim.) Makino
亚麻科 Linaceae	亚麻属 <i>Linum</i> Linn.	野亚麻 <i>Linum stelleroides</i> Planch. 黑水亚麻 <i>Linum amurense</i> Alef.
锦葵科 Malvaceae	苘麻属 <i>Abutilon</i> Miller	苘麻 <i>Abutilon theophrasti</i> Medicus
	木槿属 <i>Hibiscus</i> Linn.	野西瓜苗 <i>Hibiscus trionum</i> Linn.
千屈菜科 Lythraceae	千屈菜属 <i>Lythrum</i> Linn.	千屈菜 <i>Lythrum salicaria</i> Linn.
唇形科 Labiatae	水棘针属 <i>Amethystea</i> Linn.	水棘针 <i>Amethystea caerulea</i> Linn.
	益母草属 <i>Leonurus</i> Linn.	细叶益母草 <i>Leonurus sibiricus</i> Linn. 益母草 <i>Leonurus artemisia</i> (Lour.) S. Y. 兴安益母草 <i>Leonurus tataricus</i> Linn.
	百里香属 <i>Thymus</i> Linn.	兴安百里香 <i>Thymus dahuricus</i> Serg.
	薄荷属 <i>Mentha</i> Linn.	兴安薄荷 <i>Mentha dahurica</i> Fisch. ex Benth.
	糙苏属 <i>Phlomis</i> Linn.	块根糙苏 <i>Phlomis tuberosa</i> Linn.
	地笋属 <i>Lycopus</i> Linn.	地瓜苗 <i>Lycopus lucidus</i> Turcz. ex Benth.
	黄芩属 <i>Scutellaria</i> Linn.	黄芩 <i>Scutellaria baicalensis</i> Georgi
	筋骨草属 <i>Ajuga</i> Linn.	多花筋骨草 <i>Ajuga multiflora</i> Bunge
	水苏属 <i>Stachys</i> Linn.	毛水苏 <i>Stachys baicalensis</i> Fisch. ex Benth. 华水苏 <i>Stachys chinensis</i> Bunge ex Benth.
	香茶菜属 <i>Rabdosia</i> (Bl.) Hassk	蓝萼香茶菜 <i>Rabdosia japonica</i> var. <i>glaucocalyx</i> (Maxim.)
	香薷属 <i>Elsholtzia</i> Willd.	香薷 <i>Elsholtzia ciliata</i> (Thunb.) Hyland.
	野芝麻属 <i>Lamium</i> Linn.	野芝麻 <i>Lamium album</i> Linn.
	鼬瓣花属 <i>Galeopsis</i> Linn.	鼬瓣花 <i>Galeopsis bifida</i> Boenn.

续表

科	属	种
茄科 Solanaceae	天仙子属 <i>Hyoscyamus</i> Linn.	小天仙子 <i>Hyoscyamus bohemicus</i> Linn.
玄参科 Scrophulariaceae	腹水草 <i>Veronicastrum</i> Heist. ex Farbic.	草本威灵仙 <i>Veronicastrum sibiricum</i> (Linn.) Pennell
	柳穿鱼属 <i>Linaria</i> Mill.	柳穿鱼 <i>Linaria vulgaris</i> Hill
车前科 Plantaginaceae	车前属 <i>Plantago</i> Linn.	平车前 <i>Plantago depressa</i> Willd.
		车前 <i>Plantago asiatica</i> Ledeb.
		北车前 <i>Plantago media</i> Linn.
桔梗科 Campanulaceae	桔梗属 <i>Platycodon</i> A. DC.	桔梗 <i>Platycodon grandiflorus</i> (Jacq.) A. DC.
菊科 Compositae	苍耳属 <i>Xanthium</i> Linn.	蒙古苍耳 <i>Xanthium mongolicum</i> Kitagawa
		苍耳 <i>Xanthium sibiricum</i> Patrín ex Widder
	鬼针草属 <i>Bidens</i> Linn.	狼把草 <i>Bidens tripartite</i> Linn.
		鬼针草 <i>Bidens bipinnata</i> Linn.
		小花鬼针草 <i>Bidens parviflora</i> Willd.
	蒿属 <i>Artemisia</i> Linn.	黄花蒿 <i>Artemisia annua</i> Linn.
	蓟属 <i>Cirsium</i> Mill.	烟管蓟 <i>Cirsium pendulum</i> Fisch. ex DC.
		大蓟 <i>Cirsium setosum</i> C. Wimm. et Grabowski
蓟属 <i>Cirsium</i> Mill.	小蓟 <i>Cirsium segetum</i> C. Wimm. et Grabowski	
牛蒡属 <i>Arctium</i> Linn.	牛蒡 <i>Arctium lappa</i> Linn.	
百合科 Liliaceae	知母属 <i>Anemarrhena</i> Bunge	知母 <i>Anemarrhena asphodeloides</i> Bunge

## 2 非粮柴油能源植物区系分析

### 2.1 科的结构组成

松嫩草地非粮柴油能源植物包括 20 个科。含 4 属以上的科有 5 个,分别为十字花科 Cruciferae(7 属)、蔷薇科 Rosaceae(4 属)、蝶形花科 Papilionaceae(5 属)、唇形科 Labiatae(13 属)、菊科 Compositae(5 属)。含 2~3 属的有 4 个科,分别为桑科 Moraceae(2 属)、藜科 Chenopodiaceae(3 属)、锦葵科 Malvaceae(2 属)、玄参科 Scrophulariaceae(2 属)。含 1 属的有 10 科,分别为榆科 Ulmaceae、苋科 Amaranthaceae、防己科 Menispermaceae、罂粟科 Papaveraceae、亚麻科 Linaceae、千屈菜科 Lythraceae、茄科 Solanaceae、车前科

Plantaginaceae、桔梗科 Campanulaceae、百合科 Liliaceae。

含 6 种以上的科包括十字花科 Cruciferae(9 种)、蔷薇科 Rosaceae(6 种)唇形科 Labiatae(16 种)、菊科 Compositae(10 种)。3~5 种的科有藜科 Chenopodiaceae(4 种)、蝶形花科 Papilionaceae(5 种)、大戟科 Euphorbiaceae(5 种)、车前科 Plantaginaceae(3 种)。含 2 种的有 5 科,分别为榆科 Ulmaceae、桑科 Moraceae、亚麻科 Linaceae、锦葵科 Malvaceae、玄参科 Scrophulariaceae。含 1 个种的有 7 科,分别为苋科 Amaranthaceae、防己科 Menispermaceae、罂粟科 Papaveraceae、千屈菜科 Lythraceae、茄科 Solanaceae、桔梗科 Campanulaceae、百合科 Liliaceae(表 2)。

表 2 松嫩草地非粮柴油能源植物科内属、种统计

Table 2 Composition of genera and species in families of non-food biodiesel plants in Songnen grassland

科	属数	占总属百分数/%	种数	占总种百分数/%
榆科 Ulmaceae	1	1.85	2	2.67
桑科 Moraceae	2	3.7	2	2.67
苋科 Amaranthaceae	1	1.85	1	1.33
藜科 Chenopodiaceae	3	5.56	4	5.33
防己科 Menispermaceae	1	1.85	1	1.33
罂粟科 Papaveraceae	1	1.85	1	1.33
十字花科 Cruciferae	7	12.96	9	12.00
大戟科 Euphorbiaceae	1	1.85	5	6.67
蔷薇科 Rosaceae	4	7.41	6	8.00
蝶形花科 Papilionaceae	5	9.26	5	6.67
亚麻科 Linaceae	1	1.85	2	2.67
锦葵科 Malvaceae	2	3.70	2	2.67
千屈菜科 Lythraceae	1	1.85	1	1.33
唇形科 Labiatae	13	24.07	16	21.33
茄科 Solanaceae	1	1.85	1	1.33
玄参科 Scrophulariaceae	2	3.70	2	2.67
车前科 Plantaginaceae	1	1.85	3	4.00
桔梗科 Campanulaceae	1	1.85	1	1.33
菊科 Compositae	5	9.26	10	13.33
百合科 Liliaceae	1	1.85	1	1.33

## 2.2 科的地理分布和成分分析

松嫩草地非粮柴油能源植物科的分布区类型有一定的差异<sup>[27-28]</sup>(表 3)。其中,世界分布型的科占绝大多数,有 14 个,占 70%,热带广布型的科有 3 个(防己科 Menispermaceae、大戟科 Euphorbiaceae 和锦葵科 Malvaceae),北温带和南温带间断分布型

表 3 松嫩草地非粮柴油能源植物科分布型

Table 3 Areal-types of families of non-food biodiesel plants in Songnen Grassland

科分布型	科数目	占总科数百分数/%
世界广布	14	70
热带广布	3	15
北温带和南温带间断分布	2	10
北温带	1	5

的科 2 个(亚麻科 Linaceae 和罂粟科 Papaveraceae),北温带分布型的科 1 个(百合科 Liliaceae)。

## 2.3 属的结构组成

含 5 种的属有 1 个(大戟属 *Euphorbia* Linn.),含 3 种的属有 5 个,分别为地榆属 *Sanguisorba* Linn.、益母草属 *Leonurus* Linn.、车前属 *Plantago* Linn.、鬼针草属 *Bidens* Linn.、蓟属 *Cirsium* Mill.。含 2 种的属有 7 个,只含 1 种的属有 41 个(表 4)。

## 2.4 属的成分分析

这些非粮柴油能源植物各属中北温带分布型数量最多,有 14 属,占总属数的 26.41%。旧世界热带分布型和世界分布型各有 11 个属和 13 个属,分别占总属数的 20.75%和 24.53%,其他各种分布型的属数量都很少,为 1~2 个,包含中国特有分布型的属 1 个<sup>[29]</sup>。

表4 松嫩草地非粮柴油能源植物属的分布类型

Table 4 Areal-types of generas of non-food biodiesel plants in Songnen grassland

属的分布类型	属数量	占总属数百分数/%
世界分布型	13	24.07
北温带分布型	14	25.93
旧世界热带分布型	11	20.37
北温带和南温带间断分布“全温带”	3	5.56
东亚分布型(中国-日本)	2	3.7
东亚和北美洲间断分布型	2	3.7
泛热带分布型	2	3.7
地中海区、西亚和东亚间断分布型	1	1.85
温带分布型	1	1.85
温带亚洲分布型	1	1.85
中国特有分布型	1	1.85
中亚东部(亚洲中部)分布型	1	1.85
中亚分布型	1	1.85
热带亚洲至热带非洲分布型	1	1.85

世界分布型:本型有13个属,包括碱蓬属 *Suaeda* Forssk. ex Scop.、苋属 *Amaranthus* Linn.、白屈菜属 *Chelidonium* Linn.、独行菜属 *Lepidium* Linn.、蔊菜属 *Rorippa* Scop.、碎米荠属 *Cardamine* Linn.、槐属 *Sophora* Linn.、千屈菜属 *Lythrum* Linn.、黄芩属 *Scutellaria* Linn.、水苏属 *Stachys* Linn.、车前属 *Plantago* Linn.、苍耳属 *Xanthium* Linn.和鬼针草属 *Bidens* Linn.。其中碱蓬属 *Suaeda* Forssk. ex Scop. 主要分布于高度盐碱化区域,水苏属 *Stachys* Linn. 分布于湿地,其他各属主要分布于草甸。

北温带分布型:本型有14个属,包括榆属 *Ulmus* Linn.、葎草属 *Humulus* Linn.、播娘蒿属 *Descurainia* Webb et Berth.、葶苈属 *Draba* Linn.、南芥属 *Arabis* Linn.、芥属 *Capsella* Medic.、地榆属 *Sanguisorba* Linn.、龙牙草属 *Agrimonia* Linn.、车轴草属 *Trifolium* Linn.、薄荷属 *Mentha* Linn.、地笋属 *Lycopus* Linn.、柳穿鱼属 *Linaria* Mill.、蒿属 *Artemisia* Linn.和蓟属 *Cirsium* Mill.。除榆属 *Ulmus* Linn. 主要分布于湿地边缘外其他属大多分布于草甸。

北温带和南温带间断分布:本型有2个属,为路边青属 *Geum* Linn. 和亚麻属 *Linum* Linn.。路边

青属 *Geum* Linn. 在松嫩平原广泛分布,亚麻属 *Linum* Linn. 分布于土壤条件较好的地段及路边等。

地中海区、西亚和东亚间断分布型:本型有1个属(天仙子属 *Hyoscyamus* Linn.)。天仙子属 *Hyoscyamus* Linn. 数量较少,主要分布于居住区附近。

东亚分布型(中国-日本)型:本型有2个属,为鸡眼草属 *Kummerowia* Schindl. 和桔梗属 *Platycodon* A. DC.。桔梗属 *Platycodon* A. DC. 植物除野生外,在松嫩平原人工栽培的面积也在不断扩大。

东亚和北美洲间断分布型:本型有2个属为蝙蝠葛属 *Menispermum* Linn. 和腹水草属 *Veronicastrum* Heist. ex Farbic.。

泛热带分布型:本型有3个属,苘麻属 *Abutilon* Miller、大戟属 *Euphorbia* Linn. 和木槿属 *Hibiscus* Linn.。

旧世界热带分布型:本型有11个属(草木犀属 *Melilotus* Miller、香茶菜属 *Rabdosia* (Bl.) Hassk.、水棘针属 *Amethystea* Linn.、益母草属 *Leonurus* Linn.、百里香属 *Thymus* Linn.、糙苏属 *Phlomis* Linn.、筋骨草属 *Ajuga* Linn.、香薷属 *Elsholtzia* Willd.、鼬瓣花属 *Galeopsis* Linn.、野芝麻属

*Lamium* Linn.、牛蒡属 *Arctium* Linn.)

温带分布型(地肤属 *Kochia* Roth)、温带亚洲分布型(杏属 *Armeniaca* Mill.)、中亚东部(亚洲中部)分布型(沙蓬属 *Agriophyllum* Bieb.)、中亚分布型、(大麻属 *Cannabis* Linn.)和热带亚洲至热带非洲分布型(大豆属 *Glycine* Willd.)均只有1个属。

中国特有属1个:知母属 *Anemarrhena* Bunge。

## 2.5 种的成分分析

这些非粮柴油能源植物中,最多的分布型是中国-日本分布型和旧世界温带分布型,各有13种,各占总种数的18.57%;北温带分布型11种占15.71%;温带亚洲分布型6种占8.57%;世界分布型、东北-华北分布型各有5种占7.14%;西伯利亚分布型、达乌里-蒙古分布型、东亚分布型各有3种,各占4.28%;北温带-热带分布型、蒙古草原分布型、北温带-北极分布型各有2种,占2.86%;中国东部分布型、阿尔泰-蒙古-达乌里分布型各有1种,各占1.43%。

非粮柴油能源植物种东北植物区成分(NE)占19.93%,华北植物区成分(NC)占18.92%,东北平原亚区成分(NEP)占22.64%,东蒙古草原亚区成分(EMS)占19.59%,大兴安岭植物区成分(DA)占18.92%<sup>[30]</sup>。

## 3 结论与讨论

松嫩草地非粮柴油能源植物科、属、种的分布区类型温带性质十分明显,世界分布科(70%)占绝大多数,北温带分布型的属所占比例最高(25.93%),中国-日本分布型和旧世界温带分布型的种所占比例最大(18.57%)。松嫩平原非粮柴油能源植物主要分布于5个区和亚区,非粮柴油能源植物中东北植物区成分(NE)占19.93%,华北植物区成分(NC)占18.92%,东北平原亚区成分(NEP)占22.64%,东蒙古草原亚区成分(EMS)占19.59%,大兴安岭植物区成分(DA)占18.92%。东北平原亚区成分(NEP)所占比例最高。

松嫩草地非粮柴油能源植物温带性质十分明显,这和本区所处地理位置相符。种分布中东北平原亚区成分比例并没有明显超过其他区系成分,松嫩草地保存了相当数量的相邻区系的非粮柴油能源植物资源。

松嫩草地非粮柴油能源植物种类丰富,但中国的4个富油大科在本地区只有大戟科一个科。松嫩

平原年降水量不足蒸发量的1/2,本区植物具有较强的耐旱性,部分植物有较强的耐盐碱性,具有在非粮产区开发非粮柴油能源植物的巨大潜力。松嫩草地非粮柴油能源植物一般呈斑块状分布,例如碱蓬属在碱湖周围可以形成纯群落,车前属、蒿属等可以在干旱地区形成大片优势群落,总体来看本区非粮柴油能源植物储备量较大。

松嫩草地由于降水量小、蒸发量大、地下水位高等原因而有明显的盐碱化趋势。在这种显著盐碱化的地段,很难发展传统粮食作物,在这些地段开发能源植物不存在与粮争地的问题,而且这种盐碱化地段一般地势平坦,有利于机械化操作,可以大大提高开发的效率。生物柴油的发展中,与粮争地的问题越来越突出<sup>[31]</sup>。在松嫩草地非粮柴油能源植物中,耐盐碱植物众多例如角果碱蓬 *Suaeda corniculata* (C. A. Mey.) Bunge 和翅碱蓬 *Suaeda heteroptera* Pall. 等,对这些植物的开发,即可以缓解能源紧张的局面,又可以有效利用和改良盐碱土地,具有很好的发展前景。

## 参 考 文 献

- [1] 黄剑坚,韩维栋.我国主要木本能源植物的研究现状及利用前景[J].广东林业科技,2006,22(4):105-112
- [2] 王涛.中国主要生物质燃料油木本能源植物资源概况与展望[J].科技导报,2005,23(5):12-14
- [3] 张卫明,史劲松,顾龚平.生物质能的利用和能源植物的开发[J].南京师大学报:自然科学版,2007,30(3):68-77
- [4] 林铎清,邢福武.中国非粮生物柴油能源植物资源的初步评价[J].中国油脂,2009,34(11):1-7
- [5] 徐蕾,要文倩,纪红兵,等.海南省非粮生物柴油能源植物的调查、化学组分的测定及筛选研究[J].植物科学学报,2011,29(1):99-108
- [6] 谢光辉.能源植物分类及其转化利用[J].中国农业大学学报,2011,16(2):1-7
- [7] 杨志斌,李德安.能源植物制备生物柴油的研究现状及发展趋势[J].湖北林业科技,2009(4):40-46
- [8] 李建东,杨允非.松嫩平原盐生群落植物的组合结构[J].草业学报,2004,13(1):32-38
- [9] 王博文,王洪峰,张伟溪,等.松嫩盐碱草地植物种群的土壤营养位季节动态[J].生态学报,2010,30(10):2603-2610
- [10] 中国科学院中国植物志编辑委员会.中国植物志[M].北京:科学出版社,1998,22
- [11] 中国科学院中国植物志编辑委员会.中国植物志[M].北京:科学出版社,1998,23(1)
- [12] 中国科学院中国植物志编辑委员会.中国植物志[M].北京:科学出版社,1996,30(1)

- [13] 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志[M]. 北京: 科学出版社, 1999, 32
- [14] 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志[M]. 北京: 科学出版社, 1987, 33
- [15] 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志[M]. 北京: 科学出版社, 1974, 36
- [16] 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志[M]. 北京: 科学出版社, 1994, 40
- [17] 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志[M]. 北京: 科学出版社, 1995, 41
- [18] 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志[M]. 北京: 科学出版社, 1994, 44(1)
- [19] 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志[M]. 北京: 科学出版社, 1984, 49(2)
- [20] 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志[M]. 北京: 科学出版社, 1999, 52(1)
- [21] 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志[M]. 北京: 科学出版社, 1977, 66
- [22] 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志[M]. 北京: 科学出版社, 1978, 67(1)
- [23] 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志[M]. 北京: 科学出版社, 1979, 67(2)
- [24] 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志[M]. 北京: 科学出版社, 1983, 73(2)
- [25] 傅沛云. 东北植物检索表[M]. 北京: 科学出版社, 1995
- [26] 董世林. 黑龙江省植物志[M]. 哈尔滨: 东北林业大学出版社, 1992
- [27] 吴征镒. 中国种子植物属的分布区类型[J]. 云南植物研究, 1991(增刊IV): 1-139
- [28] 吴征镒, 周浙昆, 李德铎, 等. 世界种子植物科的分布区类型系统[J]. 云南植物研究, 2003, 25(3): 245-257
- [29] 吴征镒, 孙航, 周浙昆, 等. 中国植物区系中的特有性及其起源和分化[J]. 云南植物研究, 2005, 27(6): 577-600
- [30] 傅沛云, 曹伟. 中国东北部种子植物种的分布区类型[M]. 沈阳: 东北大学出版社, 2003
- [31] 郝宗娣, 刘洋洋, 杨勋, 等. 植物油脂制备生物柴油及综合开发[J]. 热带生物学报, 2010, 3: 282-287

责任编辑: 苏燕