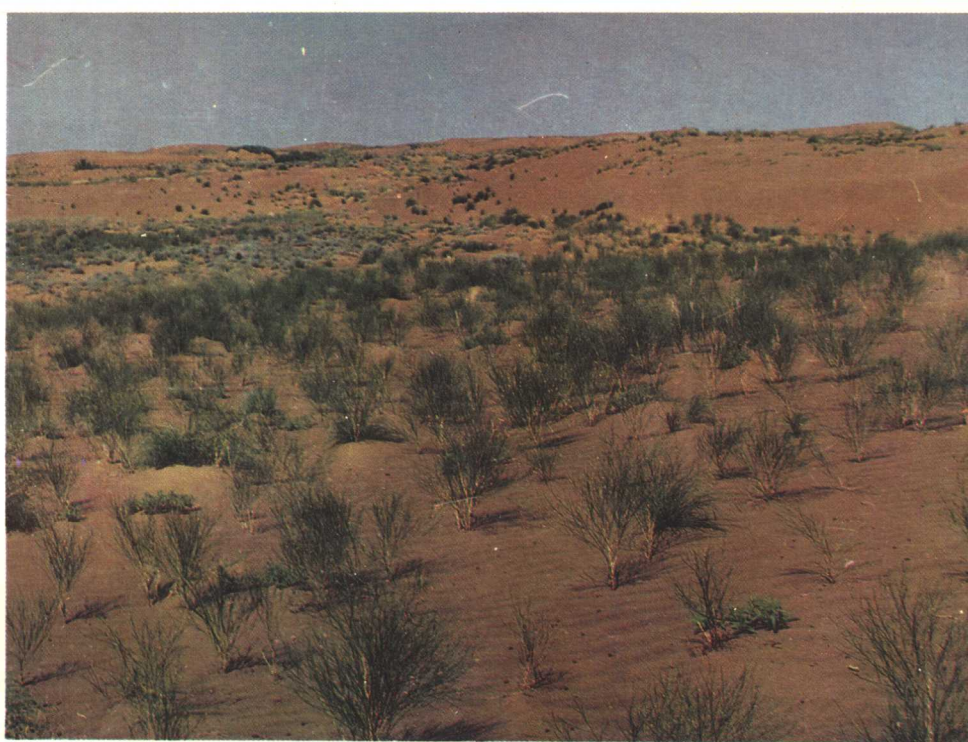


新疆干旱地区 固氮生物资源

关桂兰 王卫卫 杨玉锁 著



科学出版社

新疆干旱地区固氮生物资源

RESOURCES OF THE NITROGEN- FIXING ORGANISMS IN XIN- JIANG ARID AREA

关桂兰 王卫卫 杨玉锁 著

国家自然科学基金资助项目

科学出版社

1991

(京)新登字092号

内 容 简 介

本书较系统地介绍了新疆干旱地区近十年来固氮生物资源研究的成果。内容新颖,资料丰富,是我国第一本有关地区性固氮生物资源研究的著作。

全书共分三编十六章。第一编介绍了新疆干旱地区结瘤豆科植物种类及它们和根瘤菌共生固氮的特点。第二编介绍了与豆科植物共生的根瘤菌种群及它们生理生化反应和抗逆性等干旱区根瘤菌所具有的特性,同时简要介绍了根瘤菌在干旱区应用的效果。第三编介绍了陆生固氮蓝藻在新疆干旱地区的分布、生态条件和种群及它们的生理功能和应用前景。

本书可供科研部门、农业生产部门从事生物固氮研究与应用的科技人员及大专院校的生物系和农学系师生参考。

新疆干旱地区固氮生物资源

关桂兰 王卫卫 杨玉锁 著

责任编辑 范淑琴 王惠君

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100007

商务印书馆上海印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1991年9月第一版 开本:787×1092 1/16

1991年9月第一次印刷 印张:7 1/2 插页:12

印数:1-1200 字数:151000

ISBN 7-03-002721-3/Q·363

定价:5.00元

序

生物固氮是自然界氮素循环的一个重要环节,尤其在干旱地区,生态脆弱带生物固氮作用显得更为重要。近代随着世界工业高速发展,能源发生危机,世界人口剧增,粮食短缺,环境恶化,生物固氮基础理论研究和应用技术的研究愈来愈被人们所重视。

世界上有豆科植物近2万种,研究报道结瘤固氮情况的约有3千多种,还有近85%未进行结瘤固氮的研究,因此研究和开发利用豆科-根瘤菌共生固氮资源成为世界各国研究者所关注的问题。

我国幅员辽阔,豆科植物种类繁多,分布很广,固氮生物资源十分丰富。40年来我国农业微生物学家和微生物生态学家对豆科植物和根瘤菌共生固氮作用曾进行了大量研究,取得了多项有理论和实践意义的成果,并已广泛用于生产。但是,对我国固氮生物资源进行系统和深入的调查研究还处于初始阶段。新疆是我国面积最广阔的省区,为典型内陆干旱地区,受地形地貌影响,境内生态条件多样。受干旱气候作用,土壤普遍荒漠化和盐碱化,在这样特定的生态环境中,生存着与其环境相适应的多种多样的固氮生物资源。作者近10年来对新疆地区的豆科植物和根瘤菌、固氮蓝藻等种群及生态分布、结瘤特点、固氮作用及抗逆性等进行了比较系统的研究,获得了众多的、有价值的种质资源,其中很多为结瘤新记载种,具有独特的生理生化和生态学特征,丰富了我国及世界的固氮生物资源库,具有重要的理论和实践价值。

《新疆干旱地区固氮生物资源》专著的出版,必将促进我国各地区固氮生物资源的调查研究和开发利用,同时为研究生物固氮分子生物学和遗传工程提供珍贵资料。

许光辉

1991年6月于杭州

前 言

新疆维吾尔自治区幅员辽阔,面积达 165 万平方公里,约占全国面积的 1/6,在如此广阔的地区内,生物固氮资源十分丰富,具有巨大的开发潜力。

根据中国科学院生物学部的建议,我们于 1982 年开始对新疆干旱区 50 余万平方公里区域内的豆科植物-根瘤菌共生固氮资源和陆生固氮蓝藻资源进行了野外考察和室内分析,取得以下主要成果:

(1) 对 30 余属豆科植物共生固氮进行了深入调查和分析、测试,首次报道结瘤豆科植物 50 余种,撰写考察报告若干篇。

(2) 从 100 余种豆科植物根瘤中分离纯化根瘤菌 370 多株,其中较多的为文献中未记载的新种,发现新疆根瘤菌有罕见的耐盐特性,耐碱特性,耐高、低温特性及其他生理特征。

(3) 对新疆豆科植物根瘤样品进行了氢代谢研究,摸索出自然条件下短命豆科植物和新疆特有豆科植物结瘤固氮的生态生理变化规律。

(4) 选育出了若干种适应新疆生态条件的优良苜蓿根瘤菌、草木樨根瘤菌及大豆根瘤菌,并进行了应用技术研究。

(5) 对新疆干旱区陆生固氮蓝藻进行了较全面考察和室内分析、测试,并进行了纯培养、固氮生态生理的研究。

新疆生物固氮资源的考察,丰富了我国和世界固氮生物的种源,使人们对干旱区固氮生物的生态分布规律、固氮生理生化特性有了初步的认识,也为干旱区农、林、牧发展的合理布局,为固氮资源的合理开发利用提供了科学依据。同时也为干旱地区生物固氮的理论研究提供了良好的材料。在上述研究结果的基础上,撰写了《新疆干旱地区固氮生物资源》。

本项研究得到中国科学院生物科学与技术局、中国科学院新疆生物土壤沙漠研究所的经费支持。1985 年和 1988 年两次得到国家自然科学基金的资助,使本项研究工作得以顺利完成。

本项研究由关桂兰和李仲元主持,参加豆科共生固氮资源考察和室内分析的有桂兰、李仲元、王卫卫、孔爱琴、沈艳芳、杨玉锁、董文彩、陈菊英、苏云、郭佩新和康金花。参加陆生固氮蓝藻野外考察和室内研究的有桂兰、郭佩新、杨玉锁、孔爱琴和康金花。此外毛祖美、冷巧珍等同志对豆科植物标本进行了鉴定。该项研究工作曾得到中国科学院上海植物生理研究所宋鸿遇先生的支持与指导,在此致谢。

本书第一编主要由王卫卫撰写,第二编主要由关桂兰撰写,第三编主要由杨玉锁撰写。参加撰写的还有郭佩新、康金花、苏云、沈艳芳。显微照片均由孔爱琴提供。根瘤电镜照片由中国科学院沈阳应用生态研究所蒯继尚提供。其他照片均由本组同志拍摄。本书由许光辉研究员审稿。

由于作者们水平有限,加之撰写时间十分仓促,书中不妥甚至错误之处,在所难免,恳请读者批评指正。

著 者

1991年4月14日

目 录

序 前言

第一编 新疆干旱区豆科植物共生固氮作用

第一章 豆科植物共生固氮资源概论.....	1
一、新疆自然地理条件.....	1
二、新疆干旱区豆科植物共生固氮资源概论.....	2
1. 栽培豆科植物	2
2. 野生豆科牧草、绿肥植物.....	2
3. 固沙豆科植物	3
4. 药用豆科植物	3
三、开发干旱区生物固氮资源的意义.....	3
第二章 豆科结瘤固氮植物	5
1. 骆驼刺属 (<i>Alhagi</i> Town. ex Adans)	5
2. 沙冬青属 (<i>Ammopiptanthus</i> Cheng f.)	6
3. 紫穗槐属 (<i>Amorpha</i> L.)	6
4. 黄芪属 (<i>Astragalus</i> L.)	6
5. 丽豆属 (<i>Calophaca</i> Fisch.)	10
6. 锦鸡儿属 (<i>Caragana</i> Fabr.)	10
7. 雀尔豆属 (<i>Chesneya</i> Lindl.).....	11
8. 鹰嘴豆属 (<i>Cicer</i> L.)	12
9. 小冠花属 (<i>Coronilla</i> L.)	12
10. 野百合属 (<i>Crotalaria</i> L.)	12
11. 扁豆属 (<i>Dolichos</i> L.)	12
12. 无叶豆属 (<i>Eremosparton</i> Fisch. et Mey.)	13
13. 皂荚属 (<i>Gleditsia</i> L.)	13
14. 大豆属 (<i>Glycine</i> L.)	13
15. 甘草属 (<i>Glycyrrhiza</i> L.)	13
16. 铃铛刺属 (<i>Halimodendron</i> Fisch.).....	14
17. 岩黄芪属 (<i>Hedysarum</i> L.)	14
18. 香豌豆属 (<i>Lathyrus</i> L.)	15
19. 胡枝子属 (<i>Lespedeza</i> Michx.)	16
20. 百脉根属 (<i>Lotus</i> L.)	17
21. 苜蓿属 (<i>Medicago</i> L.)	17
22. 草木樨属 (<i>Melilotus</i> Mill.)	19
23. 扁宿豆属 (<i>Melissitus</i> Medic.)	19
24. 驴豆属 (<i>Onobrychis</i> Mill.)	19

25. 甲豌豆属 (<i>Orobus</i> L.)	20
26. 棘豆属 (<i>Oxytropis</i> DC.)	21
27. 菜豆属 (<i>Phaseolus</i> L.)	22
28. 豌豆属 (<i>Pisum</i> L.)	22
29. 补骨脂属 (<i>Psoralea</i> L.)	23
30. 洋槐属 (<i>Robinia</i> L.)	23
31. 槐属 (<i>Sophora</i> L.)	23
32. 苦马豆属 (<i>Sphaerophysa</i> DC.)	23
33. 黄华属 (<i>Thermopsis</i> R. Br.)	24
34. 三叶草属 (<i>Trifolium</i> L.)	24
35. 胡卢巴属 (<i>Trigonella</i> L.)	25
36. 黑夹豆属 (<i>Turukhania</i> Vass.)	26
37. 野豌豆属 (<i>Vicia</i> L.)	26
38. 豇豆属 (<i>Vigna</i> Savi)	28
第三章 豆科植物结瘤、固氮特性	29
一、根瘤特征	29
二、固氮特性	30
1. 固氮活性高	30
2. 固氮活性与寄主关系	31
3. 高温、干旱条件下豆科植物根瘤的固氮特性	31
三、弯果胡卢巴的结瘤固氮特性	32
1. 弯果胡卢巴分布及固氮能力	33
2. 弯果胡卢巴生长发育与根瘤固氮的关系	33
四、大豆共生固氮及特性	34
1. 大豆结瘤和固氮状况	34
2. 田间大豆根瘤固氮活性动态	35
3. 大豆共生固氮量估测	36
4. 田间大豆共生效率	36
第四章 影响豆科植物结瘤固氮的因素	38
一、土壤含水量	38
二、温度	38
三、光合作用	39
四、植物生长发育与固氮活性的关系	39
五、离体根瘤固氮活性与时间的关系	40
第五章 新疆豆科植物根瘤对分子氢的再利用与固氮作用	41
一、氢酶系统存在的普遍性	41
二、吸氢活性与固氮的相对效率	42
三、影响豆科根瘤吸氢活性的几个因素	43
1. 植物生育期的影响	43
2. 不同生态条件对根瘤吸氢活性的影响	44
参考文献	44

第二编 新疆干旱地区与豆科植物共生的根瘤菌

第一章 根瘤菌在干旱区的生态分布	46
一、极端干旱区	46
二、沙漠及沙丘	46
三、荒漠山丘及半戈壁	47
四、天然草原	47
五、森林带及山地草原	47
六、绿洲耕地	47
第二章 根瘤的采集及根瘤菌的分离	48
一、根瘤样品的采集	48
二、根瘤乙炔还原活性的测定	48
三、根瘤菌的分离	48
四、根瘤菌的鉴定	49
1. 纯度检查	49
2. 鉴定	49
第三章 根瘤菌类群	50
一、根瘤菌命名	50
二、根瘤菌	50
1. 从黄芪属各种植物根瘤中分离的根瘤菌	51
2. 从干旱区特有豆科植物根瘤中分离的根瘤菌	51
3. 从天然草原豆科牧草根瘤中分离的根瘤菌	51
4. 从豆科作物根瘤中分离的根瘤菌	53
5. 从苜蓿和草木樨根瘤中分离的根瘤菌	54
6. 从首次报道的结瘤豆科植物根瘤中分离的根瘤菌	54
第四章 根瘤菌的生物学特性	56
一、根瘤菌的一般生物学性质	56
二、根瘤菌的增代时间	56
三、根瘤菌对豆科寄主植物的侵染	57
四、根瘤内类菌体	57
第五章 根瘤菌的抗逆性	58
一、根瘤菌的耐盐性	58
二、根瘤菌生长的pH值	59
三、根瘤菌生长的温度	60
四、根瘤菌对抗生素的耐性	61
第六章 根瘤菌的生理生化反应特性	62
一、根瘤菌的反应特征	62
二、根瘤菌对糖的利用	64
三、根瘤菌对明胶、酪素和淀粉的水解作用	65
第七章 根瘤菌的吸氢酶	68
一、干旱地区根瘤菌的吸氢酶系统	68

二、环境因子对吸氢酶活性表达的影响	69
1. 根瘤菌吸氢酶活性表达与时间的关系	69
2. 氧对根瘤菌吸氢酶活性表达的影响	69
3. 根瘤菌吸氢酶活性的表达与温度的关系	69
4. 根瘤菌吸氢酶活性的表达与离子浓度的关系	70
5. 根瘤菌吸氢酶活性的表达对碳水化合物反应	71
第八章 根瘤菌剂的应用	72
一、苜蓿根瘤菌优良菌株的选育及应用	72
1. 苜蓿根瘤菌的选育	72
2. 苜蓿根瘤菌的应用效果	72
二、草木樨根瘤菌的选育及应用	73
1. 草木樨优良菌株的选育	73
2. 草木樨根瘤菌的应用效果	74
三、大豆根瘤菌的应用	74
1. 大豆根瘤菌的引种鉴定	74
2. 大豆根瘤菌剂的接种效果	74
四、新疆干旱条件下应用根瘤菌应注意的几个问题	76
1. 选育抗逆性强的根瘤菌	76
2. 认真做好筛选鉴定的田间试验	76
3. 按照程序选育菌株	77
4. 采用适合于新疆自然条件的根瘤菌应用技术	78
参考文献	78

第三编 新疆干旱区陆生固氮蓝藻

第一章 陆生固氮蓝藻及固氮作用	80
一、种类及分布	80
1. 普通念珠藻 (<i>Nostoc commune</i> Vauch.)	81
2. 发状念珠藻 (<i>Nostoc flagelliforme</i> Born. et Flah.)	81
3. 具鞘微鞘藻 [<i>Microcoleus vaginatus</i> (Vauch.) Gom.]	81
4. 眼点伪枝藻 (<i>Scytonema ocellatum</i>)	81
5. 蜜味列须藻 (<i>Schizothrix mellea</i> Gardner)	81
二、陆生固氮蓝藻生存的自然条件	82
1. 棕钙土区	82
2. 灰褐色森林土区	82
3. 半固定风沙土区	82
4. 亚高山草甸土区	83
5. 黑钙土区	83
三、蓝藻的固氮作用	83
1. 土壤酸度、总盐含量对蓝藻固氮的影响	84
2. 不同季节蓝藻的固氮作用	84
3. CO ₂ 对陆生蓝藻固氮作用的影响	85
第二章 陆生固氮蓝藻的分离培养	86
一、藻种的分离	86

1. 眼点伪枝藻的分离	86
2. 普通念珠藻的分离	86
二、培养基的选择	87
三、蓝藻纯培养物的获得	87
1. 眼点伪枝藻的培养	87
2. 普通念珠藻的培养	88
四、影响固氮蓝藻生长的因素	88
1. 光照	89
2. 温度	89
3. pH	89
4. 盐度	89
5. 碳源	90
6. 氮源	91
第三章 陆生固氮蓝藻的作用	94
一、陆生固氮蓝藻藻体的利用	94
1. 固氮蓝藻的化学成分和营养价值	94
2. 食用	98
3. 饲用	98
4. 医疗用	98
二、陆生固氮蓝藻在农业上的应用	98
1. 固氮蓝藻的生长增加了土壤有机质	99
2. 固氮蓝藻对土壤微生物的影响	99
3. 固氮蓝藻对土壤酶活性的影响	99
4. 固氮蓝藻对土壤总盐含量的影响	100
三、影响陆生固氮蓝藻利用的因素	101
1. 人工大量培养问题	101
2. 利用问题	101
3. 自然资源的保护问题	101
参考文献	101

CONTENTS

Preface.....	iii
--------------	-----

Part I Nitrogen Fixation by Symbionts of Legume-*Rhizobium* in Xinjiang Arid Area

Chapter 1 An Introduction to the Resources of Symbiotic Nitrogen Fixation	1
I. The Natural Environment	1
II. General Situation for Symbiotic Nitrogen Fixation	2
1. Cultivating Leguminous Plants	2
2. Leguminous Plants for Green Manure and Forage Grass	2
3. Sand-Fixing Leguminous Plants	3
4. Medical Leguminous Plants	3
III. The Importance of Exploiting Resources of Nitrogen Fixation	
in Arid Area	3
Chapter 2 Leguminous Plants with Nodules and Nitrogen Fixation.....	5
1. <i>Alhagi Toun</i> ex Adans	5
2. <i>Ammopiptanthus</i> Cheng f.	6
3. <i>Amorpha</i> L.	6
4. <i>Astragalus</i> L.	6
5. <i>Calophaca</i> Fisch.	10
6. <i>Caragana</i> Fabr.	10
7. <i>Chesneya</i> Lindl	11
8. <i>Cicer</i> L.	12
9. <i>Coronilla</i> L.	12
10. <i>Crotalaria</i> L.	12
11. <i>Dolichos</i> L.	12
12. <i>Eremosparton</i> Fisch. et Mey.	13
13. <i>Gleditsia</i> L.	13
14. <i>Glycine</i> L.	13
15. <i>Glycyrrhiza</i> L.	13
16. <i>Halimodendron</i> Fisch.	14
17. <i>Hedysarum</i> L.	14
18. <i>Lathyrus</i> L.	15
19. <i>Lespedeza</i> Michx.	16
20. <i>Lotus</i> L.	17
21. <i>Medicago</i> L.	17
22. <i>Melilotus</i> Mill.	19
23. <i>Melissitus</i> Medic.	19

24. <i>Onobrychis</i> Mill.	19
25. <i>Orobus</i> L.	20
26. <i>Oxytropis</i> DC.	21
27. <i>Phaseolus</i> L.	22
28. <i>Pisum</i> L.	22
29. <i>Psoralea</i> L.	23
30. <i>Robinia</i> L.	23
31. <i>Sophora</i> L.	23
32. <i>Sphaerophysa</i> DC.	23
33. <i>Thermopsis</i> R. Br.	24
34. <i>Trifolium</i> L.	24
35. <i>Trigonella</i> L.	25
36. <i>Turukhania</i> Vass.	26
37. <i>Vicia</i> L.	26
38. <i>Vigna</i> Savi•.....	28
Chapter 3 The Characteristic of Nodulation and Nitrogen Fixation of Leguminous Plants	29
I. The Characteristic of Nodules..	29
II. The Properties of Nitrogen Fixation..	30
1. Nitrogen-fixing Activities	30
2. Effects of Host Plants on Nitrogen-fixing Activities..	31
3. Nitrogen-fixing Activities of Nodules under High Temperature and Dry Conditions	31
III. The Properties of Nodulation and Nitrogen Fixation of <i>Trigonella arcuata</i>	32
1. Distribution and Nitrogen-fixing Ability of <i>T. arcuata</i>	33
2. The Relationship Between Nitrogen Fixation and Plant Growth of <i>T. arcuata</i>	33
IV. The Properties of Nitrogen Fixation by Symbioses of <i>Glycine max-Rhizobium</i> ...	34
1. The Status of Nodulation and Nitrogen Fixation.....	34
2. The Trends of Nitrogen-fixing Activities of <i>Glycine max</i> Nodules in Farmland....	35
3. The Estimation of Nitrogen-fixing Amount by Symbioses of <i>Glycine max-Rhizobium</i>	36
4. The Efficiency of Nitrogen Fixation in Farmland.....	36
Chapter 4 Factors Affecting Nodulation and Nitrogen Fixation.....	38
I. Moisture in Soils.....	38
II. Temperature	38
III. Photosynthesis of Leguminous Plants.....	39
IV. Plants Growth Conditions	39
V. The Nitrogen-fixing Activities of Isolated Nodules Relevant to Detecting Times....	40
Chapter 5 Hydrogen Recycling Utilization and Nitrogen Fixation of Leguminous Nodules of Xinjiang	41
I. The Universality of Hydrogen-uptake System in Symbioses.....	41
II. Hydrogen-uptake Activities and Nitrogen-fixing Efficiency.....	42
III. Factors Affecting Hydrogen-uptake Activities of Nodules.....	43
1. Plant Growth Periods.....	43
2. Ecological Conditions	44

References	45
------------------	----

Part I Rhizobia Isolated from Nodules on Leguminous Plants in Xinjiang Arid Area

Chapter 1 Aspects of Environmental Conditions Relevant to Distribution of Rhizobia in Xinjiang.....	46
I. Tropical Dry Region.....	46
II. Sand and Dune	46
III. Desert and Semi-gobi.....	47
IV. Natural Grasslands.....	47
V. Forest Zone and Mountainous Grasslands.....	47
VI. Oases and Farmlands.....	47
Chapter 2 Collection of Nodules of Leguminous Plants and Isolation of Rhizobia.....	48
I. Collection of Nodules	48
II. Determination of Acetylene Reduction Activity of Nodules.....	48
III. Isolation of Rhizobia.....	48
IV. Determination of Rhizobia.....	49
1. Purity detecting.....	49
2. Identification of Rhizobium Strains.....	49
Chapter 3 Rhizobia Groups.....	50
I. Naming Rhizobia.....	50
II. Rhizobium Strains	50
1. Rhizobia Isolated from Nodules on <i>Astragalus</i>	51
2. Rhizobia Isolated from Nodules on Especial Plants in Arid Area.....	51
3. Rhizobia Isolated from Nodules on Grass plants.....	51
4. Rhizobia Isolated from Nodules on Cultival Plants.....	53
5. Rhizobia Isolated from Nodules on <i>Medicago</i> and <i>Melilotus</i>	54
6. Rhizobia Isolated from Nodules on the First Reported Plants.....	54
Chapter 4 Biological Properties of Rhizobia.....	56
I. General Properties.....	56
II. Generation Time.....	56
III. Description of Infecting Ability of Rhizobia.....	57
IV. Bacteroids in Nodules	57
Chapter 5 Rhizobia Resistance	58
I. Tolerant to Salts.....	58
II. Range of pH for Growth.....	59
III. Range of Temperature for Growth.....	60
IV. The Sensitivity to Streptomycin.....	61
Chapter 6 Physiological and Biochemical Speciality of Rhizobia.....	62
I. Typical Reaction of Rhizobia.....	62
II. Carbohydrates Utilization.....	64
III. Hydrolyzation of Starch, Gelatin and Casein.....	65
Chapter 7 Hydrogen-uptake System of Rhizobia.....	68
I. Hydrogenase in Rhizobia of Arid Area.....	68

I. Effects of Environmental Factors on the Expression of Hydrogen-uptake Activity	69
1. Hydrogen-uptake Activities Relevant to Induction Times.....	69
2. Effects of Oxygen on Hydrogen-uptake Activity.....	69
3. The Expression of Hydrogenase from Rhizobia Under Various Temperatures...	69
4. Expression of Hydrogenase in Rhizobia in Response to Metallic Ions.....	70
5. Effects of Carbohydrates on the Expression of Hydrogenase from Rhizobia ...	71
Chapter 8 The Use of Rhizobia Preparations.....	72
I. Selection and Use of <i>Rhizobia medicago</i>.....	72
1. Selection of Rhizobia Strains.....	72
2. Efficiency of Inoculation with Rhizobia.....	72
I. Selection and Use of <i>Rhizobia melilotus</i>.....	73
1. Selection of Rhizobia Strains.....	73
2. Efficiency of Inoculation with Rhizobia.....	74
III. Use of <i>Rhizobium japonicum</i>	74
1. Introduction and Detection of <i>R. japonicum</i>	74
2. Efficiency of Inoculation with <i>R. japonicum</i>	74
IV. Aspects of Using Rhizobia Preparations in Arid Area.....	76
1. Selecting Rhizobia with High Resistances.....	76
2. Field Test.....	76
3. Selecting Strains on the Basis of Order.....	77
4. Proper Process of Using Rhizobia in Xinjiang.....	78
References	78

Part II Terrestrial Nitrogen-Fixing Blue-Green Algae of Xinjiang

Chapter 1 Terrestrial Blue-green Algae and Their Nitrogen Fixation	80
I. Species and Distributions.....	80
1. <i>Nostoc commune</i> Vauch.....	81
2. <i>Nostoc flagelliforme</i> Bor et Flah.....	81
3. <i>Microcoleus vaginatus</i> (Vauch.) Gom.....	81
4. <i>Scytonema ocellatum</i>	81
5. <i>Schizothrix mellea</i> Gardner.....	81
I. Natural Conditions Relevant to Distributions of Blue-green Algae.....	82
1. Brown Soil Region	82
2. Gray-cinnamonic Forest Soil Region	82
3. Semi-fixed Aeolian Sandy Soil Region.....	82
4. Subalpine Meadow Soil Region.....	83
5. Chernozem Region.....	83
II. Nitrogen Fixation of Blue-green Algae.....	83
1. Effects of Soil Acidity and Salinity on the N-fixation of Blue-green Algae ...	84
2. N-fixation of Blue-green Algae in Different Seasons.....	84
3. Effects of CO ₂ on the N-fixation of Terrestrial Blue-green Algae	85
Chapter 2 Culture for Terrestrial Blue-green Algae	86
I. Isolation of Algae Species.....	86
1. Isolation of <i>Scytonema ocellatum</i>	86

2. Isolation of <i>Nostoc commune</i>	86
I. Selection of Medium.....	87
II. Acquirement of Pure Cultures.....	87
1. Culture for <i>S. ocellatum</i>	87
2. Culture for <i>N. commune</i>	88
III. Factors Affecting Growth and Nitrogen Fixation of Blue-green Algae.....	88
1. Light	89
2. Temperature	89
3. pH	89
4. Salts	89
5. Carbon Substrates	90
6. Nitrogen Source.....	91
Chapter 3 Utilization of Terrestrial Nitrogen-fixing Blue-green Algae.....	94
I. Utilization of Blue-green Algae Bodies.....	94
1. Chemical Components and Nutrient Values of Blue-green Algae.....	94
2. As Food.....	98
3. As Fodder.....	98
4. Medical Use.....	98
II. Use of Blue-green Algae on Agriculture Productions.....	98
1. Increase of Organic Materials by the Growth of Blue-green Algae	99
2. Effects of Blue-green Algae on Microorganisms in Soil.....	99
3. Effects of Blue-green Algae on Soil Enzyme Activities.....	99
4. Effects of Blue-green Algae on Total Salts Contents in Soil	100
III. Factors Limiting the Utilization of Blue-Green Algae.....	101
1. Mass Culture.....	101
2. Aspects of Use.....	101
3. Protection of Physical Resources.....	101
References	101

[illegible]

第一章 豆科植物共生固氮资源概论

• 1 •