

苏联土壤质量评价方法的研究

章 扬 德

中国科学院南京土壤研究所

图书情报研究室编印

1982年12月

苏联土壤质量评价方法的研究*

章 扬 德

目 录

一、区域性土壤质量评价

1. 自然历史法的由来
2. 自然历史法在区域性土壤评价中的应用和发展
 - (1) 基本土壤评价因素的确定
 - (2) 其他土壤评价因素的确定
 - (3) 土壤质量评价得分的计算方法
3. 土被结构概念在区域性土壤质量评价中的应用

二、全国性土壤质量评价

1. 全国土壤质量评价表的制定
2. 全国土壤质量评价方法的探讨
 - (1) 以农业生态为基础的土壤质量评价
 - (2) 以土壤-生态因素为基础的土壤质量评价
 - (3) 根据生物气候潜力值进行土壤质量评价

三、土地质量评价的原则和方法

* 何同康同志对本文提出宝贵意见, 特此致谢。

随着世界人口的迅速增长，目前世界各国普遍对土壤资源的开发利用和保护工作十分重视。为了充分发挥土壤资源的潜力，因地制宜地安排农、林、牧用地，不少国家广泛开展了土壤资源调查工作，对土壤资源的数量和质量进行了研究和评价。

土壤质量评价是一项具有重要科学和生产意义的研究课题。它的科学理论意义就在于对土壤“质量”的探讨和土壤质量好坏指标的确定；它的生产意义则是为国土整治、全国土地利用规划和各地区荒地的开发利用，耕地的合理安排，利用方式、轮作制度、作物布局以及改良措施等的确定提供科学依据。

苏联土壤质量评价研究，从道库恰耶夫对下高罗茨克省进行土地评价算起，已有 100 年的历史。大规模的土壤质量评价工作是从 1955 年开始的。在这近三十年中，苏联土壤工作者作了大量实际工作。到目前为止，已完成了乌克兰、白俄罗斯、摩尔达维亚、爱沙尼亚、立陶宛和拉脱维亚六个共和国的土壤质量评价工作。俄罗斯、哈萨克及中亚的一些共和国的土壤评价工作目前正在进行。通过各地区的大量实践，他们就土壤质量评价的理论问题和方法问题进行了多方面的探讨，积累了不少经验。虽然就全苏范围来讲，在土壤质量评价的原则上至今还没有取得一致，在方法上也还没有建立一个公认的、统一的评价方法；但是他们的一些观点和经验，对我们的工作不无裨益。

在苏联，土壤质量评价称作 БОНИТИРОВКА ПОЧВ .

БОНИТИРОВКА 来自拉丁文 bonitas，即佳度。所以这里所说的质量评价是一种表明土壤质量好坏的相对的比较评价。苏联习惯的评价法是选择一定的评价指标作为统一的尺度，然后用这

统一的尺度对不同的土壤进行衡量，最后以可以相互比较的数字（得分）来表示其质量的高低。得分高的质量高，得分低的质量差。

这个方法表面上看来，非常简单。其实在实际应用上并不那么简单。最根本的问题是对土壤质量的认识和质量评价指标的选择。目前在苏联主要存在着两种不同的评价方法：1. 以与作物产量相关的土壤自然性状为主要评价依据的“自然历史法”；2. 以作物产量高低为主要评价依据的评价方法。前一种方法广泛用于区域性土壤质量评价，而后一种则主要是在全国土壤质量进行统一评价时应用。现分别介绍于下。

一、区域性土壤质量评价

1. 自然历史法的由来

自然历史法是道库恰耶夫通过对下高罗茨克省的土地评价创立的。道库恰耶夫认为，土地质量评价的基本因素是土壤的自然能力，即由土壤肥力所决定的自然质量。在评价中他选择了以下他认为是具有重大肥力意义的土壤特性作为评价因素：

- (1) 土壤生物学、地学特性（腐殖质层厚度，腐殖质含量，成土母质等）；
- (2) 土壤化学特性（土壤矿物组成，主要养分含量等）；
- (3) 土壤吸收性能；
- (4) 土壤物理特性。

道库恰耶夫把最好的一种黑钙土的上述各种性质分别定为100分，其他土壤的各种性质的得分，均与这种黑钙土进行比较后确定。各种土壤的评价得分是根据这四种特性得分求得的平均值。按照这种方法求得的各种土壤的得分与其上作物产量相对照，结果颇为一致，从而确定了这个方法。

道库恰耶夫方法的最大优点是把土壤作为一个自然历史体，作为劳动的对象和农业生产的基本资料，在科学的、客观的基础上进行土壤质量评价。在评价中，道库恰耶夫强调了以土壤本身的“自然能力”为评价依据，并且注意了这种“自然能力”与产量的关系，这是这个方法的实质。然而也还应指出，这个方法在评价因素的确定上主要是凭经验，科学论据不足。同时对于土壤特性与产量间的关系也没有进行深入的研究。正如 Благовидов所指出的那样：“道库恰耶夫的方法不是没有缺点的，但其原则的正确性具有更重要的意义”。正是因为这个原因，道库恰耶夫的自然历史法至今被认为是苏联现代土壤质量评价的科学基础。

2 自然历史法在区域性土壤质量评价中的应用和发展

自然历史法在苏联应用得相当广泛，目前已成为区域性土壤质量评价的主要方法。不少土壤工作者结合本地区的实际情况对这个方法进行了修改和补充，从而使当代的自然历史法不论在评价因素和指标的确定上，还是在评价得分的计算上都比道库恰耶夫时代前进了一大步。

(1) 基本土壤评价因素（发生—农业生产因素）的确定

自然历史法的出发点是把土壤肥力作为土壤质量评价的对象。土壤肥力即土壤能够保证植物生长发育的能力。从这个观点出发，土壤质量评价的基本单元是土壤变种，土壤质量评价的因素则是那些与产量直接相关的最稳定最基本的土壤特性。作为基本土壤评价因素的这些土壤特性又叫做发生—农业生产因素。

土壤的那些特性与产量直接相关可以作为基本土壤评价因素呢？为了回答这个问题各地土壤评价工作者做了许多试验，根据大量数据进行的相关回归分析结果表明，对于不同地区不同土壤

来说，与产量相关的土壤特性是不完全一样的。目前苏联不同地带一般采用的基本土壤评价因素如下：

I. 足够湿润地带

耕层腐殖质含量

物理性粘粒和粘粒含量

盐浸提液的 pH

水解性酸度

吸收性盐基总量

盐基饱和度

II. 湿润不足的地带（森林草原，草原和干草原）

耕层腐殖质的含量和整个腐殖质层中腐殖质的总贮量
（吨/公顷）

腐殖质层厚度（A + B）

物理性粘粒和粘粒含量

吸收性盐基总量和吸收容量

盐基饱和度

水解性酸度（适于灰色森林土和灰化黑钙土）

吸收性钠的含量（适于碱土）

应该指出，对于以上这些评价因素在认识上相对比较一致，此外还有一些土壤特性是否可作为土壤评价因素还存在着不少分歧和争论。

(2) 其他土壤评价因素的确定

有效养分问题：在确定基本土壤评价因素的过程中，争议最大的是有效养分的问题。Гаврилюк 曾指出，“土壤养分（速效态的氮、磷、钾和其他元素）的含量很容易发生变化，在很大

程度上它取决于耕作水平、人们对土壤的影响以及土样采集和分析的时间”。因此他认为这些特性不应作为评价因素。然而这种观点遭到不少人的反对。因为多年试验研究的结果表明，农作物的产量与土壤中的养分含量确实是密切相关的。所以反对者认为不应笼统地否定养分含量在土壤质量评价中的作用，而应积极探索究竟哪些养分含量特性与产量直接相关。针对这个问题，各地区的土壤工作者做了大量工作，特别是对养分的测定方法进行了研究。最近发表的 Серый 的文章中明确建议把有效养分氮、磷、钾的含量作为土壤质量评价的因素，并且直接指出应选用的测定方法。

土壤水分供应问题：土壤是否能供给作物以足够的水分，取决于多方面的因素，如气候条件、地形部位、地下水位以及土壤的物理性质等。

在区域性土壤评价中，由于气候条件在区域范围内的一致性，所以一般不把它作为评价因素。至于土壤所处的地形部位对土壤水分状况的影响问题，普遍认为这不属土壤质量评价而属于土地质量评价的范畴。

在土壤质量评价中，土壤水分供应这一因素应如何考虑呢？绝大多数人把注意力集中在土壤本身的特性上，认为应该选择土壤物理性质而不是环境条件作为土壤评价的因素。在比较多的土壤质量评价中采用土壤机械组成或物理性粘粒和粘粒含量。

Бражевский 等人提出，应采用最大有效储水量 ($W_{взпв}$) 作为反映土壤供给植物水分的能力的客观指标。最大有效储水量即田间持水量与凋萎系数之间的差值。由于田间持水量和凋萎系数都与土壤的机械组成、土壤矿物和化学组成密切相关，并几乎

是固定不变的，所以也可把这个特性看作是反映土壤物理和物理化学特性的综合性指标。

关于地下水埋藏深度，虽然它对土壤的形成和特性以及作物生长都有很大影响，但长期以来一直没有把它作为土壤评价因素，而只是在土地质量评价时才考虑。最近 Сербин 提出，将不同地下水位条件下的土壤潜育化程度作为土壤水成型特性在土壤质量评价时作为校正系数来考虑。

土壤障碍性因素问题：一般认为土壤质量的好坏，肥力的高低，主要表现在土壤供给植物水分和养分的能力上。然而有的土壤可能具有适中的养分和水分，但植物仍然生长不良。这是由于土壤中存在着一一些妨碍植物正常发育的特性。这些特性有：有毒盐类，碱化，过酸，潜育化等等。在各地区的土壤质量评价中，对于障碍性因素一般都考虑，只是在计算处理上稍有不同而已。

(3) 土壤质量评价得分的计算方法 土壤质量评价得分的计算一般分两步进行，首先根据基本土壤评价因素计算出土壤得分，然后用各项校正系数进行校正。

根据基本土壤评价因素计算土壤得分的方法，至今大多沿用道库恰耶夫法，即先求出各单项评价因素的得分，然后求其算术平均值。这种方法的理论依据是植物生长因子同等重要和不可代替律。

至于土壤各单项评价因素的得分，则是与标准值相对照计算得出的。各因素的“标准值”即最佳值，是根据该因素对作物产量影响的实际情况确定的。标准值定为 100 分。有人将腐殖质总贮量的标准值定为 0—100 厘米土层中含腐殖质 500 吨/公

顷。最大有效储水量的标准值为0—100厘米土层中200毫米有效水。采用不同方法测定的土壤各种养分含量的标准值也有不同的规定。应该指出，这些标准值的确定有一定的地区局限性，各地土壤工作者在不同地区确定的某些标准值可能有很大差异。

低于标准值的各单项因素得分的计算比较简单。如上述腐殖质总贮量、最大有效储水量和养分含量等，均以含量为0时作为0分，标准值作为100分进行计算。

在土壤质量评价中，对于地区性的某些土壤特性，特别是一些障碍性因素，常采用校正系数方式进行处理。校正系数值是根据各单项特性对作物产量影响的程度大小的原则确定的。无影响时，校正系数等于1。为确定校正系数，一般要进行大量试验，以了解各项特性与产量的关系。

这里顺便提一下，在土壤评价得分的计算上，也还存着不同意见。Тайчинов 认为，土壤质量评价的各因素在形成产量上所起的作用是不同的，因而在土壤总分的100分中各因素所占的比重也应该不一样。具体来说，如南乌拉尔黑钙土区的土壤评价中，他对各因素的得分规定如下：

腐殖质层厚度 ($A + A/B$)	4—28分
腐殖质含量	8—23分
质地和母质特性	4—22分
土壤酸碱度 (pH)	4—12分
土壤分布的地形部位和土被复合度	4—15分

Тайчинов 还指出，各项评价因素在产量形成中的作用大小随地区的不同也还有差异。为了区别对待，他建议进行大量试验，根据各因素与产量间的相关性大小来确定它们在土壤评价得

分上所应占的比例。

这种意见看来似乎能更加确切地反映土壤的实际情况，但是由于方法上还不成熟，类似上述对得分的处理，显然根据不足，随意性比较大。

3. 土被结构概念在区域性土壤质量评价中的应用

前面已经讲过，应用自然历史法进行土壤质量评价的基本评价单元是土壤变种。众所周知，土壤分布的不均一性是广泛存在的。目前苏联大多数大比例尺图的土被情况是以“优势土壤”的图斑反映。这种制图使土壤图的编制简化了，但使图件的准确性下降了。根据这种土壤图进行土壤质量评价势必影响质量。

Григорьев 建议在反映单元土被结构的土壤图的基础上进行土壤质量评价。评价时单元土被结构的得分按以下公式进行计算：

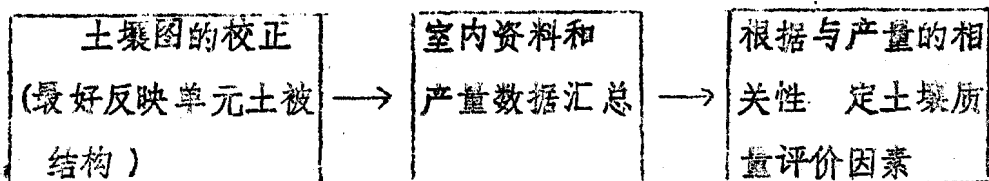
$$X = \frac{x_1 f_1 + x_2 f_2 + \dots + x_n f_n}{f_1 + f_2 + \dots + f_n}$$

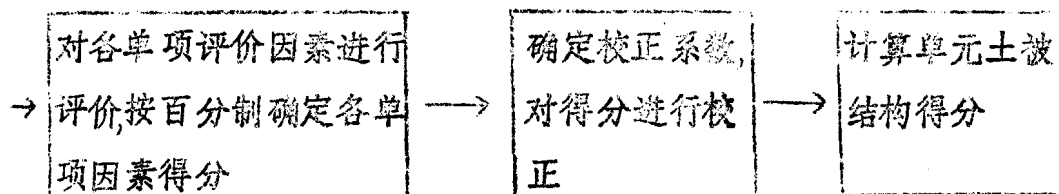
x_1, x_2 —单元土被结构中各组成部分的土壤评价得分数

f_1, f_2 —单元土被结构中各组成部分所占的面积（公顷）

采用这种方法一方面使得土壤质量评价的准确性提高了，同时在进行进一步进行土地质量评价时可将那些在组成和特性相近的单元土被结构合并在一起，从而也简化了土地质量评价工作。

综上所述，采用自然历史法进行区域性的土壤质量评价，可概括为以下简单图式：





二、全国性土壤质量评价

苏联自然条件复杂,各地土壤肥力差异很大,如何对全国土壤进行统一的评价和编制一个既能反映出各地土壤质量上的差异又便于应用的全国统一的土壤质量评价表,不论在理论上还是在实践上都比区域性土壤评价要困难得多。二三十年来,苏联在这这方面做了一些工作,也制定了几种全国土壤质量评价表,但现行的方法还很不完善,目前正在探索新的途径。

1. 全国土壤质量评价表的制定

道库恰耶夫土壤研究所于1955年受农业部的委托开始进行全国土壤质量评价的工作。1958年 Соболев 和 Малышкин 进行了第一次尝试,编制了“苏联平地土壤质量评价初步方案”。该表编制原则的特点是:

(1) 尽管影响作物产量的因素很多,但 Соболев 认为,多年产量的平均值是可以反映出土壤的相对肥力水平的。因此以多年的作物平均产量作为主要评价依据。

(2) 各个历史时期的经济体制和技术水平等条件明显不同,即使是同一时期各生产单位的农业技术水平也有很大差异(如一般大田和精耕细作的育种田),这对产量影响很大,因此该评价区分了四个时期(1914年以前的农民个体经营时期,1941年以前的集体农庄、国营农场时期,1947年以后的集体农庄、国营农场时期和15-20年的育种田),分别收集产量资料,进

表1

蘇聯平地土壤質量評價初步方案 (

土壤質量 評價得分	北高加索	烏 克 兰		中央黑 鈣土區	韃靼
		右 岸	左 岸		
150~160	淋溶黑鈣土				
140~150	草甸黑鈣土	厚層黑鈣土 (典型); 灰 化黑鈣土(暗灰色森林 土? 灰色森 林土?)			
130~140	內高加索 黑鈣土	淋溶黑鈣 土(淡灰色 森林土); 普通黑鈣 土			
120~130	山前黑鈣 土		厚層黑鈣土 (典型)		
110~120	碳酸鹽黑鈣土		普通黑鈣土		
100~110			淋溶黑鈣土(灰 化黑鈣土?)	暗灰色森林土 (灰化黑鈣土)	
90~100	(深栗黑鈣土?)	南方黑鈣土	(淡灰色森 林土?) 南 方黑鈣土	灰色森林土, 肥沃、厚層和 普通黑鈣土	
80~90	南方黑鈣土(山 前暗栗鈣土?)	暗栗鈣土	暗栗鈣土	南方黑鈣土	肥沃黑鈣 淋溶黑鈣

案 (С.С. Соболев 和 М.Н. Малышкин)

韃靼	西西伯利亚 哈萨克	阿尔泰	东西伯利亚	非黑钙土 中心地区	远东
肥沃黑钙土, 淋溶黑钙土	淋溶和灰化 黑钙土(森林草 原) 暗灰色脱碱 化土, 淋溶草 甸黑钙土 淋溶棕腐质 黑钙土(草原)	暗灰色森林 土, 灰灰色森 林土 灰化肥沃黑 钙土	灰化肥沃黑钙土 淋溶黑钙土 肥沃黑钙土 普通黑钙土 碳酸盐黑钙 土, 草甸黑钙土 弱碱化普通 黑钙土	(灰型) 淋溶 生草微碱化土	暗色厚层草 甸土

续表1

土壤质量 评价得分	北高加索	乌克兰		中央黑 钙土区	单
		右岸	左岸		
70~80	(致密岩石上 发育的浅层 黑钙土?)		(栗钙土?)		女
60~70	山地栗钙土, 褐色土				番
50~60					
40~50					南
30~40					(沙 柳
20~30		栗钙土地区柱状碱土			
10~20		黑钙土地区结皮碱土			
1~10		黑钙土地区结皮碱土			
0~1		<30厘米处有致密岩石的板状的盐土,新月形沙丘,约年土,沼泽土等			

注: (1) 以谷物产量相当于苏联谷物多年平均产量的土壤为10

(2) 表中带有括号和问号的土壤, 或是由于产量数字不

央黑土区	半遮半	西西伯利亚 西哈萨克斯坦	阿尔泰	东西伯利亚	非黑钙土 中心地区	远东
	灰色森林土	肥头林溶黑钙土, 肥头草甸黑钙土, 灰色脱碱土			(生草弱灰化土?)	暗色中层草甸土
	普通黑钙土	碳酸盐黑钙土, 普通黑钙土	淋溶黑钙土		(生草中灰化和强灰化土?)	暗色脱碱灰化草甸土
		南方黑钙土	普通黑钙土 南方黑钙土			棕色森林土
	南方黑钙土 暗栗钙土	暗栗钙土	碱化黑钙土			
	(淡栗钙土?) 棕钙土	栗钙土	栗钙土			

<30厘米处有致密岩石的生草碳酸盐土, 泥炭沼
泽土、砾石土 (砾石量超过100米³/公
顷)

土, 沼泽土和泥炭土

的土壤为100, 对于坡地、侵蚀地和不同质地的土壤的评价, 需采用校正系数。

产量数字不可靠, 或是根据推测确定的。

~12~

~13~

表2

根据谷物产量对土壤进行评价的得分(分子), 相对产量(分母)

土 壤	自 然 — 農							
	波羅的海沿岸和烏克蘭(西部、中部)			北 高 加 索			俄羅斯南部	
	低水平耕作	高水平耕作	由低水平到高水平增长的倍数	低水平耕作	高水平耕作	由低水平到高水平增长的倍数	低水平耕作	高水平耕作
生草灰化土	$\frac{43}{0.43}$	$\frac{70}{1.68}$	3.9	—	—	—	$\frac{35}{0.35}$	$\frac{5}{1}$
灰色森林土	$\frac{64}{0.64}$	$\frac{74}{1.78}$	2.7	—	—	—	$\frac{40}{0.40}$	$\frac{5}{1}$
淋溶黑钙土	$\frac{85}{0.85}$	$\frac{88}{2.11}$	2.4	$\frac{93}{0.93}$	$\frac{93}{2.23}$	2.4	$\frac{52}{0.52}$	$\frac{6}{1}$
典型黑钙土 (包括弱淋溶黑钙土)	$\frac{86}{0.86}$	$\frac{88}{2.81}$	2.4	$\frac{100}{1.00}$	$\frac{100}{2.40}$	2.4	$\frac{54}{0.54}$	$\frac{6}{1}$
普通黑钙土	$\frac{79}{0.79}$	$\frac{75}{1.80}$	2.3	$\frac{68}{0.68}$	$\frac{69}{1.66}$	2.4	$\frac{50}{0.50}$	$\frac{5}{1}$
南方黑钙土	$\frac{65}{0.65}$	$\frac{63}{1.51}$	2.3	$\frac{56}{0.56}$	$\frac{52}{1.25}$	2.1	$\frac{45}{0.45}$	$\frac{4}{0.4}$
暗栗钙土	$\frac{56}{0.56}$	$\frac{53}{1.27}$	2.2	$\frac{45}{0.45}$	$\frac{40}{0.96}$	2.1	$\frac{35}{0.35}$	$\frac{2}{0.2}$

相对产量(分母)和产量增长情况(倍数)(И.И. Карманов)

自然—农业省和地区									
索	俄罗斯中部和俄罗斯南部(中心)			西西伯利亚和哈薩克(中部、东部)			东西伯利亚		
	低水平耕作	高水平耕作	由低水平到高水平增长的倍数	低水平耕作	高水平耕作	由低水平到高水平增长的倍数	低水平耕作	高水平耕作	由低水平到高水平增长的倍数
—	$\frac{35}{0.35}$	$\frac{55}{1.32}$	3.8	$\frac{35}{0.35}$	$\frac{36}{0.84}$	2.4	$\frac{32}{0.32}$	$\frac{36}{0.74}$	2.3
—	$\frac{40}{0.40}$	$\frac{58}{1.39}$	3.5	$\frac{40}{0.4}$	$\frac{43}{1.03}$	2.6	$\frac{38}{0.38}$	$\frac{38}{0.76}$	2.0
2.4	$\frac{52}{0.52}$	$\frac{63}{1.51}$	2.9	$\frac{47}{0.47}$	$\frac{46}{1.10}$	2.3	$\frac{45}{0.45}$	$\frac{46}{1.10}$	2.4
2.4	$\frac{54}{0.54}$	$\frac{60}{1.44}$	2.7	—	—	—	—	—	—
2.4	$\frac{50}{0.50}$	$\frac{51}{1.22}$	2.4	$\frac{38}{0.38}$	$\frac{35}{0.84}$	2.2	$\frac{40}{0.40}$	$\frac{34}{0.82}$	2.1
2.1	$\frac{45}{0.45}$	$\frac{40}{0.96}$	2.1	$\frac{33}{0.33}$	$\frac{28}{0.67}$	2.0	$\frac{35}{0.35}$	$\frac{27}{0.64}$	1.8
2.1	$\frac{35}{0.35}$	$\frac{29}{0.70}$	2.0	$\frac{30}{0.30}$	$\frac{22}{0.53}$	1.8	$\frac{30}{0.30}$	$\frac{21}{0.50}$	1.7