



孟庆英,朱宝国,王囡囡,等.基于主成分分析法的白浆土土壤肥力评价[J].黑龙江农业科学,2021(10):32-35,36.

# 基于主成分分析法的白浆土土壤肥力评价

孟庆英,朱宝国,王囡囡,盖志佳,蔡丽君,樊伟民,张春峰

(黑龙江省农业科学院 佳木斯分院,黑龙江 佳木斯 154007)

**摘要:**为促进白浆土培肥和改良,选取白浆土区不同产量水平的耕地,测定土壤物理、化学指标共 11 项,运用主成分分析方法进行综合评价。结果表明:提取 3 个主成分因子累计贡献率达 80.900%,对白浆土耕地土壤肥力水平进行综合得分计算并进行聚类分析,得到高、低两类土壤肥力水平分类,综合得分范围分别为  $-0.83 \geq F \geq 2.11$  和  $-1.97 \geq F \geq -1.53$ 。白浆土肥力高低主要由土壤化学性质决定,不缺乏钾元素,因此在对白浆土培肥及改良时应加强土壤养分管理,增施有机肥同时配施化肥减少钾肥用量,该方法可对白浆土区耕地质量进行客观评价。

**关键词:**白浆土;土壤肥力;主成分分析

白浆土是黑龙江省主要土壤类型,在耕地中占有重要地位<sup>[1]</sup>,由于白浆土耕层较薄,土壤养分总储量低<sup>[2]</sup>,合理评价白浆土肥力对提高白浆土生产力具有重要意义。土壤质量的评价是对土壤生产力的综合考量,土壤肥力水平反映土壤质量,在相同地域、气候及耕作方式条件下,土壤肥力高低直接决定土壤生产力和作物产量<sup>[3-4]</sup>,多年来土壤肥力评价方法不统一,随着统计软件的广泛应用,应用软件直接对土壤肥力指标数据进行主成分分析从而评价土壤质量成为土壤肥力评价的重要方法。吴玉红等<sup>[5]</sup>通过主成分分析法对不同土地利用方式的耕地进行评价,结果表明全磷和碳酸钙是研究区土壤肥力限制因子;赵瑞芬等<sup>[6]</sup>运用主成分分析法对土壤肥力进行评价,结果表明土壤有效磷、有机质和全氮是影响土壤综合肥力高低的主要因素;杨文娜等<sup>[7]</sup>对不同土地利用方式土壤肥力进行评价,结果表明主成分分析法对土壤肥力评价有较好效果;张晓等<sup>[8]</sup>运用主成分分析对大兴安岭林地土壤肥力进行评价,获得了不同林地改造方式后土壤肥力评价得分,为林地改造方式提供了依据;王远鹏等<sup>[9]</sup>对稻田土壤肥力进行评价,利用主成分分析得到各项肥力指标的综合得分值由大到小依次为土壤有效磷、速效

钾、有机质、阳离子交换量、全氮、pH 和容重;张成君等<sup>[10]</sup>运用主成分分析方法对不同轮作模式下土壤肥力进行评价,将土壤肥力分成高、中、低 3 个等级。由此表明运用主成分分析法在土壤肥力评价上能够获得较好效果,本研究在白浆土旱田区选取不同产量状况下土壤进行肥力评价,为白浆土肥力评价提供参考方法。

## 1 材料与方 法

### 1.1 样品采集

试验地点位于黑龙江省八五四农场旱田试验站,供试土壤为典型白浆土。试验地为长期玉米-大豆轮作田,选取作物产量为高、中、低三个产量水平共 18 块样地如表 1 所示,2018 年玉米地种植品种为 38p05,种植密度 6.75 万株·hm<sup>2</sup>,大豆品种为垦丰 23,种植密度 33 万株·hm<sup>2</sup>。2018 年秋季作物收获后,进行白浆土耕层(0~20 cm)样品采集,采集方法为 S 型多点采集后混合土壤样品。

### 1.2 测定项目及方法

土壤物理指标测定:土壤容重采用环刀法测定、土壤总孔隙度采用常规方法测定。

土壤化学指标测定:土壤阳离子代换量采用乙酸铵交换法、土壤全量氮采用凯氏定氮法、全磷采用氢氧化钠钼锑抗法、全钾采用火焰光度计法进行测量;土壤碱解氮采用扩散法、有效磷采用碳酸氢钠浸提法、速效钾采用醋酸铵火焰光度计法、土壤有机质采用重铬酸钾外加热法、土壤 pH 采用水浸法<sup>[11]</sup>。

### 1.3 数据分析

运用 SPSS 19.0 对土壤各指标进行主成分分析。

收稿日期:2021-05-19

基金项目:黑龙江省农业科学院“农业科技创新跨越工程”专项(HNK2019CX1304);黑龙江省农业科学院院级科研项目(2018KYJL018)。

第一作者:孟庆英(1982—),女,在读博士,助理研究员,从事土壤改良与植物营养研究。E-mail:mqy269@126.com。

通信作者:张春峰(1965—),男,博士,研究员,从事土壤改良研究。E-mail:zcfjms@163.com。

表 1 采样地种植作物及产量

编号	作物	产量/(kg·hm <sup>-2</sup> )	编号	作物	产量/(kg·hm <sup>-2</sup> )	编号	作物	产量/(kg·hm <sup>-2</sup> )
1	玉米	10845	7	玉米	10035	13	玉米	9150
2	玉米	11005	8	玉米	9710	14	玉米	9120
3	玉米	10550	9	玉米	10300	15	玉米	9410
4	大豆	3025	10	大豆	2855	16	大豆	2630
5	大豆	3270	11	大豆	2935	17	大豆	2435
6	大豆	3240	12	大豆	2780	18	大豆	2375

## 2 结果与讨论

### 2.1 不同作物产量下的土壤指标分析

对白浆土不同作物产量下的土壤 11 项理化指标进行测定,结果如表 2 所示,土壤容重值为 1.12~1.42 g·cm<sup>-3</sup>,白浆土耕层较薄由于长期耕作常使白浆层土壤混入耕层,导致耕层土壤容重增加,影响作物生长;土壤总孔隙度分布范围为 46.59%~57.59%;土壤有机质含量分布范围为 24.75~59.25 g·kg<sup>-1</sup>,白浆土耕层有机质含量较高,在开垦初期白浆土表层有机质含量较高,随着耕种年限延长有机质呈下降趋势,但下降到一定值趋于平稳;全氮含量分布范围为 1.60~3.06 g·kg<sup>-1</sup>,全磷含量分布范围 1.61~2.68 g·kg<sup>-1</sup>,白浆土属于缺磷土壤;全钾含量范围为 9.92~12.61 g·kg<sup>-1</sup>,由于白浆土矿物组成影响,白浆土钾含量较高;碱解氮含量范围为 151.90~257.88 mg·kg<sup>-1</sup>;有效磷含量范围为 37.50~94.00 mg·kg<sup>-1</sup>;速效钾含量范围为 69.27~181.93 mg·kg<sup>-1</sup>;白浆土受成土因素的影响土壤呈酸性,pH 为 5.19~5.87。

对土壤容重、孔隙度、有机质含量、pH、阳离子代换量、全氮、全磷、全钾、碱解氮、有效磷、速效钾 11 项理化指标进行相关性分析,结果如表 3 所示,土壤容重与土壤孔隙度呈极显著负相关( $P < 0.01$ );土壤阳离子代换量与全氮、速效钾和 pH 呈显著正相关( $P < 0.05$ ),与全磷和碱解氮呈极显著正相关( $P < 0.01$ );土壤有机质与全氮、全磷、碱解氮和速效钾呈极显著正相关( $P < 0.01$ );土壤全氮与全磷、碱解氮和速效钾含量呈极显著正相关( $P < 0.01$ );土壤全磷与碱解氮和速效钾呈极显著正相关( $P < 0.01$ ),与 pH 呈显著正相关( $P < 0.05$ );土壤碱解氮与速效钾呈极显著正相关( $P < 0.01$ )。由 11 个土壤肥力指标相关性分析表明各指标间具有复杂的相关性和信息重叠

现象,采用单一或部分指标不能准确反映土壤肥力高低,因此需要通过主成分分析等方法对不同作物产量下的土壤肥力进行评价。

表 2 不同作物产量对应的土壤指标

指标	范围	均值	标准差	变异系数/%
容重/(g·cm <sup>-3</sup> )	1.12~1.42	1.25	0.08	6.16
孔隙度/%	46.59~57.59	52.72	2.87	5.44
阳离子代换量/(cmol·kg <sup>-1</sup> )	29.95~27.95	26.96	0.61	2.24
有机质/(g·kg <sup>-1</sup> )	24.75~59.25	39.29	10.05	25.58
全氮/(g·kg <sup>-1</sup> )	1.60~3.06	2.09	0.39	18.79
全磷/(g·kg <sup>-1</sup> )	1.61~2.68	2.15	0.35	16.17
全钾/(g·kg <sup>-1</sup> )	9.92~12.61	11.39	0.67	5.89
碱解氮/(mg·g <sup>-1</sup> )	151.90~257.88	191.82	32.00	16.68
有效磷/(mg·g <sup>-1</sup> )	37.50~94.00	60.64	13.82	22.79
速效钾/(mg·g <sup>-1</sup> )	69.27~181.93	105.90	37.29	35.22
pH	5.19~5.87	5.64	0.18	3.10

### 2.2 土壤肥力主成分分析

将 11 个土壤指标原始数据运用 SPSS 19.0 软件先对数据进行均质化处理,然后进行因子分析,得到 KMO 值为 0.715 > 0.6, Bartlett 球形检验  $P < 0.01$ ,数据符合主成分分析条件。运用主成分分析方法对上述 11 个土壤指标进行分析,结果如表 4 所示,为使主成分对土壤肥力指标有较好的解释度,抽取固定因子数为 3,主成分 1 的特征值 5.020、主成分 2 的特征值 2.680、主成分 3 的特征值 1.199;3 个主成分贡献率分别为 45.637%、24.360% 和 10.903%,其累积贡献率为 80.900%,主成分 1 将土壤阳离子代换量、有机质、全氮、全磷、碱解氮、速效钾、pH 分成一类为土壤主要化学特性;主成分 2 将土壤容重、孔隙度分成一类为土壤物理特性;主成分 3 将土壤全量钾分成一类。

表3 土壤肥力指标相关性矩阵

项目	容重	孔隙度	阳离子 代换量	有机质	全氮	全磷	全钾	碱解氮	有效磷	速效钾	pH
容重	1										
孔隙度	-0.999**	1									
阳离子代换量	0.461	-0.468	1								
有机质	-0.437	0.426	0.321	1							
全氮	-0.022	0.011	0.577*	0.723**	1						
全磷	0.084	-0.090	0.790**	0.637**	0.827**	1					
全钾	0.150	-0.141	0.066	-0.085	-0.270	0.062	1				
碱解氮	-0.166	0.158	0.647**	0.779**	0.806**	0.848**	-0.106	1			
有效磷	0.063	-0.064	0.457	0.177	0.181	0.449	0.130	0.282	1		
速效钾	-0.132	0.122	0.587*	0.796**	0.834**	0.795**	-0.173	0.898**	0.263	1	
pH	0.241	-0.247	0.476*	0.112	0.467	0.551*	-0.064	0.294	0.069	0.355	1

注：\* 为在 0.05 水平(双侧)上显著相关,\*\* 为在 0.01 水平(双侧)上显著相关。

表4 土壤肥力指标主成分分析

项目	主成分 1	主成分 2	主成分 3
容重	-0.021	0.964	-0.116
孔隙度	0.011	-0.962	0.124
阳离子代换量	0.760	0.528	0.106
有机质	0.773	-0.488	0.083
全氮	0.904	-0.058	-0.253
全磷	0.947	0.148	0.120
全钾	-0.110	0.254	0.754
碱解氮	0.927	-0.170	0.037
有效磷	0.397	0.179	0.620
速效钾	0.922	-0.163	-0.063
pH	0.502	0.363	-0.342
特征值	5.020	2.680	1.199
贡献率/%	45.637	24.360	10.903
累计贡献率/%	45.637	69.997	80.900

用各指标对应主成分的载荷值除以相应主成分特征值的算数平方根,得到各指标在主成分上的特征向量,根据主成分计算公式,得到 3 个主成分与 11 项指标的线性组合,即为各主成分得分的

函数表达式:

$$F1 = -0.01 \times BD + 0.005 \times P + 0.34 \times CEC + 0.34 \times OM + 0.4 \times TN + 0.42 \times TP - 0.05 \times TK + 0.41 \times AN + 0.18 \times AP + 0.41 \times AK + 0.22 \times pH$$

$$F2 = 0.59 \times BD - 0.59 \times P + 0.32 \times CEC - 0.3 \times OM - 0.04 \times TN + 0.09 \times TP + 0.16 \times TK - 0.1 \times AN + 0.11 \times AP - 0.1 \times AK + 0.22 \times pH$$

$$F3 = -0.11 \times BD + 0.11 \times P + 0.1 \times CEC + 0.08 \times OM - 0.23 \times TN + 0.11 \times TP + 0.69 \times TK + 0.03 \times AN + 0.57 \times AP - 0.06 \times AK - 0.31 \times pH$$

式中:BD 为容重;P 为孔隙度;CEC 为阳离子交换量;OM 为有机质;TN 为全氮;TP 为全磷;TK 为全钾;AN 为碱解氮;AP 为有效磷;AK 为速效钾。

用公式  $F = (F1 \times 5.02 + F2 \times 2.68 + F3 \times 1.199) / (5.02 + 2.68 + 1.199)$  计算综合得分,结果如表 5 所示。土壤综合肥力得分 F 值,18 个样地分布分为 -1.97~2.11。

表5 各因子得分及土壤肥力得分

样品编号	F1	F2	F3	F	样品编号	F1	F2	F3	F	样品编号	F1	F2	F3	F
1	2.24	-0.68	0.49	1.12	7	-0.97	0.87	0.29	-0.25	13	-2.25	-0.52	-0.80	-1.53
2	1.72	0.69	1.46	1.37	8	-0.01	2.13	-0.86	0.52	14	-1.87	1.24	-1.12	-0.83
3	1.22	0.13	-0.33	0.68	9	0.21	-0.19	0.56	0.14	15	-3.01	-0.46	0.24	-1.81
4	2.55	1.42	1.81	2.11	10	-0.22	3.46	-0.20	0.89	16	-2.10	-3.00	0.90	-1.97
5	3.44	-0.24	-1.88	1.62	11	-0.02	0.83	0.92	0.36	17	-1.93	-2.41	0.36	-1.77
6	4.67	-2.77	-1.12	1.65	12	-1.08	-0.42	1.18	-0.57	18	-2.59	-0.05	-1.91	-1.74

### 2.3 白浆土土壤肥力综合评价

以欧式距离为衡量样本间差异大小依据,采用类平均法对 18 个土壤样本土壤肥力综合得分进行系统聚类分析(图 1),对系统聚类图按类间距 15 进行截取,可将 18 个土壤样本聚为 2 类,第一类为肥力水平较高的样本,综合得分范围为  $-0.83 \geq F \geq 2.11$ ;第二类土壤肥力水平较低,综合得分范围为  $-1.97 \geq F \geq -1.53$ 。根据土壤肥力高低,编号为 13、15、16、17 和 18 的土壤样本被聚为一类,可以看出这类土壤为肥力水平低类型,这与其对应的产量结果较为一致,土壤样本 14 为产量较低处理并未划分到土壤肥力低的这类中,说明产量低的处理其土壤肥力水平并不一定低。

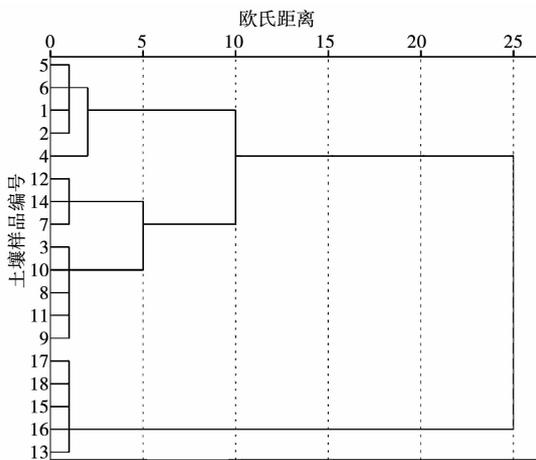


图 1 不同产量白浆土肥力系统聚类图

## 3 讨论与结论

土壤肥力高低直接影响作物的生长和产量,可对土壤水、气和热进行调节,综合反映了土壤的理化性质和生物性质,土壤的肥力水平并不能由某个肥力指标的高低决定,主成分分析与聚类分析相结合对土壤肥力综合评价,以各原始指标为变量,从中提取出主成分,再以各主成分得分作为评价新指标,这一方法不仅简化了原始变量,降低了主观随意性,而且消除了多个指标之间的相互影响,提高了综合评价结果的准确性。

本研究通过主成分分析对土壤肥力相关 11 项

指标进行计算,得到 3 个主成分因子并进行土壤肥力综合得分计算,进而划分出高低两类肥力水平土壤,由结果表明白浆土肥力高低主要由土壤化学性质决定,白浆土不缺乏钾元素,因此在今后白浆土培肥及改良工作中应加强土壤养分管理,增施有机肥配施化肥减少钾肥用量,从而达到减少种植成本、增加作物产量和增强土壤可持续发展的目标。本研究客观地揭示了白浆土研究区土壤肥力特征,但由于土壤样本较少测定指标仅包含土壤部分物理和化学指标,缺少微生物学指标,因此在今后研究中应增加土壤微生物学指标,以期更加全面、准确评价白浆土土壤肥力。

### 参考文献:

- [1] 黑龙江省土地管理局. 黑龙江土壤[M]. 北京: 农业出版社, 1992.
- [2] 赵德林, 刘峰, 贾会彬. 三江平原低产土壤与改良[M]. 哈尔滨: 黑龙江科技出版社, 1992.
- [3] 张杰, 金志农, 张海燕, 等. 鼎湖山不同植被类型下土壤肥力质量变化[J]. 中国土壤与肥料, 2020(6): 50-57.
- [4] 柳书俊, 姚新转, 赵德刚, 等. 湄潭茶园土壤养分特征及肥力质量评价[J]. 草业学报, 2020, 29(11): 33-45.
- [5] 吴玉红, 田霄鸿, 同延安, 等. 基于主成分分析的土壤肥力综合指数评价[J]. 生态学杂志, 2010, 29(1): 173-180.
- [6] 赵瑞芬, 程滨, 滑小赞, 等. 基于主成分分析的山西省核桃主产区土壤肥力评价[J]. 山西农业大学学报(自然科学版), 2020, 40(6): 61-68.
- [7] 杨文娜, 任嘉欣, 李忠意, 等. 主成分分析法和模糊综合评价法判断喀斯特土壤的肥力水平[J]. 西南农业学报, 2019, 32(6): 1307-1313.
- [8] 张晓, 顾凤岐. 应用主成分分析对土壤肥力的评价[J]. 东北林业大学学报, 2019, 47(2): 47-49.
- [9] 王远鹏, 黄晶, 柳开楼, 等. 东北典型县域稻田土壤肥力评价及其空间变异[J]. 植物营养与肥料学报, 2020, 26(2): 256-266.
- [10] 张成君, 康文娟, 张翠梅, 等. 基于主成分-聚类分析评价不同轮作模式对土壤肥力的影响[J]. 水土保持学报, 2020, 34(1): 292-300.
- [11] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 北京: 中国农业出版社, 2005.



胡新,高世杰.20%噻唑锌悬浮剂拌种对马铃薯疮痂病及其他细菌性病害的防治效果[J].黑龙江农业科学,2021(10):36-39.

# 20%噻唑锌悬浮剂拌种对马铃薯疮痂病及其他细菌性病害的防治效果

胡新<sup>1</sup>,高世杰<sup>2</sup>

(1.北大荒农垦集团有限公司九三分公司农业发展部,黑龙江嫩江 161441;2.黑龙江省尖山农场,黑龙江嫩江 161441)

**摘要:**为提高马铃薯细菌性病害防治效果,通过20%噻唑锌悬浮种衣剂一次性拌种,在田间试验条件下,对马铃薯黑胫病、马铃薯青枯病、马铃薯环腐病、马铃薯疮痂病4个细菌性病害进行调查。结果表明:20%噻唑锌悬浮种衣剂一次性拌种可以有效控制马铃薯生育期细菌性病害,对马铃薯黑胫病、马铃薯青枯病和马铃薯环腐病防治效果最好,防效分别达到75%以上、100%和74.93%以上。20%噻唑锌悬浮剂用量1.20 kg·hm<sup>2</sup>对马铃薯疮痂病防治效果最好,防效为74.31%,并有明显的增产效果,与空白对照相比增产20.94%。

**关键词:**噻唑锌;马铃薯;疮痂病;防治效果

马铃薯作为我国的第五大粮食作物,近年来逐渐成为很多省份的重要经济来源。马铃薯疮痂病的致病菌主要有3类:*Streptomyces scabies*、*S. acidiscabies*和*S. turgidcabiesis*<sup>[1]</sup>,并不断有新的致病性链霉菌被发现<sup>[2-3]</sup>,该菌现分类为放线菌类细菌,为高等细菌,兼有真菌和细菌的特性<sup>[4]</sup>,目前马铃薯疮痂病严重发生的主要原因是缺少有

效的杀菌剂<sup>[5]</sup>。马铃薯其他细菌性病害如马铃薯青枯病、黑胫病、环腐病和收获期细菌性烂薯,近年来在黑龙江省马铃薯产区也有加重的趋势。对此,北大荒农垦集团有限公司九三分公司农业发展部进行了马铃薯疮痂病及其他细菌性病害的田间拌种防效试验,为马铃薯生产防治细菌性病害提供科学依据。

## 1 材料与方 法

### 1.1 供试作物品种和药剂

供试马铃薯品种为费乌瑞它。

收稿日期:2021-05-16

第一作者:胡新(1983-),女,硕士,高级农艺师,从事植物保护研究。E-mail:jisuanhuxin@163.com。

## Evaluation of Soil Fertility in Albic Soil Based on Principal Component Analysis

MENG Qing-ying, ZHU Bao-guo, WANG Nan-nan, GAI Zhi-jia, CAI Li-jun, FAN Wei-min, ZHANG Chun-feng

(Jiamusi Branch, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Jiamusi 154007, China)

**Abstract:** In order to promote the fertilization and improvement of albic soil, the cultivated land with different yield levels in albic soil area was selected, and 11 soil physical and chemical indexes were measured and evaluated by principal component analysis. The results showed that the cumulative contribution rate of the three principal components extracted by principal component analysis was up to 80.900%. The three principal component scores were further clustered, and the soil fertility were divided into two categories. The scores ranged from  $-0.83 \geq F \geq 2.11$  and  $-1.97 \geq F \geq -1.53$ . The fertility of albic soil was mainly determined by the chemical properties of the soil. Albic soil was rich in potassium. Therefore, it was suggested to enhance the fertilization and soil nutrient management of albic soil field by application organic fertilizer in combination with inorganic fertilizer, and reducing the potassium fertilizer. This method can objectively evaluate the quality of cultivated land in albic soil area.

**Keywords:** albic soil; soil fertility; principal component analysis