



不同筛分方式对土壤团聚体及土壤微生物群落的影响

崔炎田^{1, 2}, 王呈玉^{1, 2}, 姚俊红^{1, 2}, 王 东^{1, 2}, 李明怡^{1, 2}, 高云航³, 刘淑霞^{1, 2*}

(1. 吉林农业大学资源与环境学院, 吉林 长春 130118; 2. 吉林省商品粮基地土壤资源可持续利用重点实验室, 吉林 长春 130118; 3. 吉林农业大学动物科技学院, 吉林 长春 130118)

摘 要: 探究土壤团聚体组成、稳定性、有机碳含量及微生物数量在不同土壤筛分方式下的变化, 对团聚体筛分方式进行优化。以黑土为研究对象, 设置不同筛分方式处理, 比较干土干筛、干土湿筛、润土干筛、润土湿筛 4 种筛分方式的优缺点。结果表明, 润土干筛比干土湿筛处理 ≥ 2 mm 粒径的土壤团聚体高出约 85.97%, 而在 $2 \sim 0.25$ 、 ≤ 0.25 mm 粒级中团聚体所占比例最高的干土湿筛比最低的润土干筛分别高出约 80.90%、91.82%。 >0.25 mm 水稳性团聚体含量 ($R_{0.25}$) 在润土干筛下达到最高, 为 99.35%, 该指标与土壤团聚体稳定性成正相关, 其值越高则表示土壤抗蚀能力越强。干土湿筛处理下各粒级团聚体土壤有机碳分布平均。干土湿筛处理下, 土壤细菌和放线菌的数量最高。而润土干筛处理下土壤真菌数量较高, 与润土湿筛、干土干筛、干土湿筛 3 个处理方式相比有显著性差异。综上发现, 干土湿筛处理下土壤团聚体稳定性更好, 土壤微生物数量较高, 在一定程度上对土壤结构、土壤质量起到优化的作用。

关键词: 土壤团聚体; 土壤微生物数量; 黑土; 筛分方式

土壤结构会对土壤质量产生较大的影响, 它对土壤生物生长有着支撑作用, 也对土壤环境质量有一定的调节作用, 并且可以通过对作物根系的影响作用进而造成植物生长时的不同变化^[1]。不同的土壤筛分方式下, 土壤团聚体、有机碳含量以及微生物数量等均会产生不同的差异。土壤结构的基本单元是土壤团聚体, 也是土壤中物质与能量转化的场所, 土壤团聚体与土壤诸多理化性质密切相关, 并且对植物的生长也有一定程度的影响^[2]。近年来, 保持土壤团聚体稳定与防止土壤结构退化、保持土壤水分与植被动态之间的相互作用引起了广泛关注^[3]。研究结果表明, 在生态脆弱的干旱半干旱地区, 影响表层土壤团聚体稳定性的重要因素是土壤风蚀影响与土壤水分利用, 由于土壤团聚性差且土壤水稳定性差造成的土壤结构退化, 会引起风蚀等现象进一步降低土壤结构的稳定性, 而造成恶性循环^[4]。因此, 如何高效管理和利用土壤, 促进优质团聚体的形成和保持, 已成为亟待解决的问题。

土壤微生物作为土壤健康质量与发育程度的重要指标之一, 它对土壤生态系统中物质、能量循环和流动有着驱动作用, 并且对于维系生态系统稳定、保证其功能以及对地球生物化学循环过程等方面具有关键作用^[5-7]。土壤微生态结构受植物的新陈代谢和土壤自身作用的共同影响, 如细菌、放线菌、真菌的相对丰度及其功能分布等^[8-9]。因此, 不同筛分方式对土壤有机碳含量以及土壤微生物含量的影响需要进一步研究。

目前, 普遍采用干筛和湿筛两种筛分法对土壤团聚体组成进行测定, 本试验为了较为准确地评价土壤的团聚状况, 在已取得的众多土壤团聚状况量化指标基础上, 进一步研究和确定各种筛分方法的技术参数, 筛选出能够更为敏感地表述土壤团聚体质量的量化指标, 进而为准确地以团聚体为指标评价土壤质量水平提供理论依据^[10]。

1 材料与方法

1.1 供试土壤

试验地位于吉林农业大学培养试验田 ($123^{\circ}20'45''E$, $43^{\circ}47'42''N$), 年均降水量为 549.6 mm, 年均蒸发量为 1490 mm, 年积温 $2750^{\circ}C$, 年平均气温为 $4.9^{\circ}C$, 平均最高气温 $29.3^{\circ}C$, 最低气

收稿日期: 2023-01-29; 录用日期: 2023-02-20

基金项目: 吉林省自然科学基金 (20210101100JC); 国家现代农业产业技术体系建设专项 (CARS-37)。

作者简介: 崔炎田 (1999-), 在读硕士, 主要从事施肥与环境研究。E-mail: Cuiyantian13@163.com。

通讯作者: 刘淑霞, E-mail: liushuxia2005824@163.com。

温 -20.4℃，无霜期 140 d^[11]。土壤类型为黑土，土壤 pH 为 5.69，碱解氮为 103.25 mg/kg，有效磷为 24.46 mg/kg，速效钾为 103.27 mg/kg，铵态氮为 25.05 mg/kg，硝态氮为 23.87 mg/kg。

1.2 试验设计

试验设置 4 个处理：润土干筛、干土干筛、干土湿筛、润土湿筛；另外，将经过不同处理的土壤筛分为 ≥ 2、2 ~ 0.25、≤ 0.25 mm 的不同粒级。每个处理 3 次重复。

将试验土壤按照上述筛分方式分别进行筛分，将不同粒级土壤样品进行试验所需指标的测定。

1.3 试验方法

干筛处理：按照四分法原则取土样 100 g，置于孔径自上而下为 2、0.25 mm 的电动振筛机，以恒定频率震荡筛分（300 次 /min）5 min，分别得

到 ≥ 2、2 ~ 0.25、≤ 0.25 mm 的 3 种粒级团聚体，并计算其百分比^[12]。

湿筛处理：将 100 g 土样用纯水浸泡 12 h，然后自上而下放入 2 个不同粒级（2、0.25 mm）的筛子中。通过土壤团聚体分析仪（XY-100）在纯水环境下（频率 30 次 /min，振幅 4 cm）上下摇动进行湿筛，获得 ≥ 2、2 ~ 0.25、≤ 0.25 mm 的 3 种粒级团聚体，将获得的不同粒级团聚体进行烘干（50℃）处理并称重^[13]。

土壤有机碳含量通过重铬酸钾外加热法测定^[14]。

通过培养基培养的方法对微生物群落进行研究，其中细菌培养采用牛肉膏蛋白胨培养基，真菌培养采用 PDA+ 链霉素培养基，放线菌培养采用高氏一号改良培养基，见表 1。将土样用无菌水稀释至适宜稀释梯度和接种量，用稀释平板涂布法计数^[15]。

表 1 土壤微生物供试培养基配制

适宜微生物	培养基	培养基配方
细菌	牛肉膏蛋白胨培养基	牛肉膏 3 g，蛋白胨 10 g，磷酸二氢钾 0.5 g，琼脂 20 g，蒸馏水 1000 mL，pH 7.0 ~ 7.2
真菌	PDA+ 链霉素	马铃薯 200 g，葡萄糖 20 g，琼脂 18 g，蒸馏水 1000 mL，自然 pH，使用前在培养基中加入链霉素使其浓度达到 50 μg/mL
放线菌	高氏一号改良培养基	硫酸镁 0.5 g，氯化钠 0.5 g，硫酸亚铁 0.5 g，琼脂 20 g，蒸馏水 1000 mL，pH 7.2 ~ 7.4

1.4 数据处理与统计分析

各粒级团聚体质量所占的比例（W）由公式（1）计算获得：

$$W = \frac{mi}{mt} \times 100\% \tag{1}$$

采用平均重量直径（MWD）和几何平均直径（GMD）进行土壤团聚体稳定性评价，计算公式如下：

$$MWD = \sum \left(Xi \times \frac{mi}{mt} \right) \tag{2}$$

$$GMD = E_{xp} \left[\frac{\sum (mi \times \ln Xi)}{\sum mi} \right] \tag{3}$$

式中：W 为各级团聚体所占比例；mi 为各级团聚体的重量；mt 为土壤样品总重量；Xi 为第 i 级团聚体平均直径（mm）。

采用 Excel 2016 进行数据处理，计算平均值及标准差，数据表达形式为平均值 ± 标准差，并通过 SPSS 24.0 对数据组进行方差分析，图表采用 Origin 2019b 绘图。

2 结果与分析

2.1 不同筛分方式下团聚体百分含量

由表 2 可知，不同粒级下不同筛分方式间的团聚体百分含量均有显著差异。具体表现为在 ≥ 2 mm 粒级中润土干筛处理下团聚体百分含量最高，与团聚体百分含量最低的干土湿筛相比，二者相差 85.97%。在 2 ~ 0.25 mm 粒级中干土湿筛处理下团聚体百分含量（80.81%）最高，其次是润土湿筛（61.40%）。≤ 0.25 mm 的团聚体百分含量在 4 种不同处理下均不高，其中，干土湿筛处理

表 2 不同筛分方式下团聚体百分含量（%）

处理	≥ 2 mm	2 ~ 0.25 mm	≤ 0.25 mm
润土干筛	83.91 ± 0.57Aa	15.43 ± 0.50Dd	0.66 ± 0.08Cc
干土干筛	72.72 ± 0.98Bb	22.79 ± 0.45Cc	5.43 ± 0.43Bb
干土湿筛	11.77 ± 0.91Dd	80.81 ± 0.69Aa	8.07 ± 1.96Aa
润土湿筛	33.28 ± 4.51Cc	61.40 ± 4.38Bb	5.80 ± 0.08Bb

注：表中数据为平均值 ± 标准差，不同大写字母表示同一处理不同粒级间的显著性差异，不同小写字母表示不同处理间的显著差异（P<0.05）。下同。

下 ≤ 0.25 mm 的土壤团聚体百分含量相对较高,为 8.07%。综上可知,干筛处理下大粒级团聚体所占比例较大,而湿筛条件下小粒级团聚体所占比例较高,4 种筛分方式中润土湿筛处理下各粒级团聚体所占百分比相对平均。

2.2 不同筛分方式下团聚体稳定性

通过分析不同筛分方式的土壤机械稳定性特征指标(表 3)可发现,对于不同筛分方式的 MWD 和 GMD 值来说,润干湿筛处理显著高于其他 3 个处理。 >0.25 mm 粒级团聚体的含量($R_{0.25}$)作为重要指标可定量评价土壤团聚体结构的稳定性,其值越大,说明土壤的抗蚀性越好,在不同筛分方式处理下其变化趋势与 MWD 和 GMD 一致。各处理中 $R_{0.25}$ 值表现为润土干筛 $>$ 干土干筛 $>$ 润土湿筛 $>$ 干土湿筛。

表 3 不同筛分方式下团聚体稳定性

处理	$R_{0.25}$ (%)	MWD (mm)	GMD (mm)
润土干筛	99.35 $\pm$ 0.09Aa	3.53 $\pm$ 0.02Aa	3.22 $\pm$ 0.03Aa
干土干筛	95.63 $\pm$ 0.74Bb	3.17 $\pm$ 0.04Bb	2.52 $\pm$ 0.04Bb
干土湿筛	93.59 $\pm$ 0.99Dd	1.39 $\pm$ 0.03Dd	1.10 $\pm$ 0.05Dd
润土湿筛	94.68 $\pm$ 0.16Cc	2.03 $\pm$ 0.13Cc	1.51 $\pm$ 0.09Cc

2.3 不同筛分方式下团聚体土壤有机碳含量

根据表 4 可发现,在 ≥ 2 、 $2 \sim 0.25$ mm 粒级中,4 种不同筛分方式处理下各处理间无明显差异,在 ≤ 0.25 mm 粒级中,干土干筛与干土湿筛处理间无明显差异,但其他处理间差异性较大:干土湿筛相较于干土干筛、润土干筛、润土湿筛处理团聚体土壤有机碳分别提高了 21.54、22.36、5.31 g/kg。通过对比不同筛分方式可发现,湿筛处理下 ≥ 2 、 $2 \sim 0.25$ mm 粒级中有机碳含量与干筛近似,但在 ≤ 0.25 mm 粒级中湿筛处理相较于干筛处理,土壤有机碳含量有较大的提高。综合 4 种筛分方式,干土干筛处理下各粒级中有机碳含量最少,而干土湿筛处理下各粒级中有机碳含量较高,与其他 3 种筛分方式相比效果较好。

表 4 不同筛分方式下团聚体土壤有机碳含量(g/kg)

处理	≥ 2 mm	$2 \sim 0.25$ mm	≤ 0.25 mm
干土干筛	14.49 $\pm$ 0.57Aa	15.56 $\pm$ 0.82Aa	16.23 $\pm$ 0.10Aa
润土干筛	15.38 $\pm$ 0.68Aa	15.35 $\pm$ 0.40Aa	15.41 $\pm$ 0.96Bb
干土湿筛	15.39 $\pm$ 0.60Aa	16.16 $\pm$ 1.38Aa	37.77 $\pm$ 0.68Aa
润土湿筛	15.82 $\pm$ 0.09Aa	14.96 $\pm$ 0.23Aa	32.46 $\pm$ 0.88ABab

2.4 不同筛分方式下每克干土中细菌数

由图 1 可知,干土湿筛处理相较于干土干筛、润土干筛、润土湿筛处理在 ≥ 2 mm 粒级中每克干土中的细菌数量分别提高了 70.2%、36.3%、88.5%,在 $2 \sim 0.25$ mm 粒级中分别提高了 74.4%、43.3%、57.5%,而在 ≤ 0.25 mm 粒级中分别提高了 48.4%、52.6%、50.6%。与其他处理相比,润土湿筛处理下土样中细菌数最少,且在 ≤ 0.25 mm 粒级中与干土干筛、润土干筛处理相对比无显著性差异。对比干土干筛、润土湿筛、干土湿筛 3 种处理发现, $2 \sim 0.25$ mm 粒级土样中细菌数量相对于 ≥ 2 、 ≤ 0.25 mm 粒级较低。润土湿筛处理下 $2 \sim 0.25$ mm 粒级中细菌数量要高于 ≥ 2 mm 粒级中的细菌数量,但 ≥ 2 mm 粒级中细菌数量明显低于其他 3 个处理。因此,可发现不同的土壤筛分方式对土壤团聚体中细菌数量会造成不同的影响。

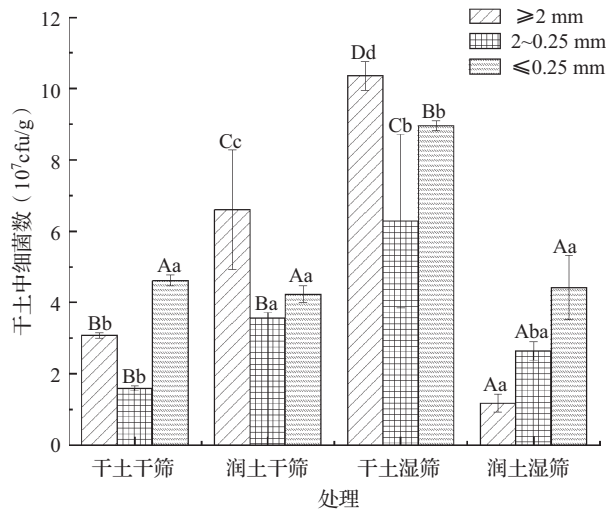


图 1 不同筛分方式下每克干土中细菌数

注:不同大写字母表示同一处理不同粒级间的显著性差异,不同小写字母表示不同处理间的显著差异($P<0.05$)。下同。

2.5 不同筛分方式下每克干土中真菌数

根据不同筛分方式下每克干土中的真菌数(图 2)可发现,润土干筛处理相对于干土干筛、干土湿筛、润土湿筛处理在 ≥ 2 mm 粒级下每克干土中真菌数量分别提高了 89.0%、91.7%、82.9%,在 $2 \sim 0.25$ mm 粒级中分别提高了 94.7%、91.8%、86.1%,在 ≤ 0.25 mm 粒级中分别提高了 84.5%、76.2%、80.9%。除润土干筛外,其他 3 个处理中土壤真菌数量均不高,干土干筛处理下 $2 \sim 0.25$ mm 粒级中真菌含量(1.23×10^5 cfu/g)达到最低,与润土干筛处理(23.16×10^5 cfu/g)相差较大。润土

干筛相较于干土干筛、干土湿筛、润土湿筛处理土壤真菌数量在粒级间也有着不同的表现,在润土干筛处理下,2 ~ 0.25 mm 粒级中的土壤真菌数量达到最高,其次是 ≥ 2 mm 粒级,最后是 ≤ 0.25 mm 粒级,而在其他处理下2 ~ 0.25 mm 粒级中的真菌数量要略低于其他粒级。据此可知,相对于其他处理,润土干筛处理对于土壤真菌数量有较好的提高作用,并且可以发现,不同的筛分方式会使土壤粒级间的真菌数量产生不同的变化。

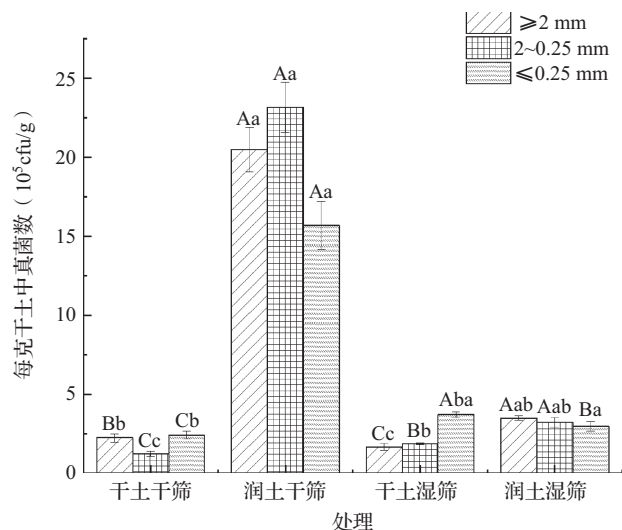


图2 不同筛分方式下每克干土中真菌数

2.6 不同筛分方式下每克干土中放线菌数

根据图3可知,干土湿筛相对于干土干筛、润土干筛、润土湿筛处理在 ≥ 2 mm 粒级下每克干土中放线菌数量分别提高了26.7%、40.6%、29.9%,在2 ~ 0.25 mm 粒级中分别提高了22.5%、46.9%、15.4%,在 ≤ 0.25 mm 粒级中分别提高了6.3%、84.5%、22.9%。4种不同筛分方式下放线菌含量均在 ≤ 0.25 mm 粒级中含量较高。干土干筛、润土湿筛、干土湿筛3种处理下,放线菌数量在各粒级间均表现出 ≤ 0.25 mm 粒级含量最高、 ≥ 2 mm 粒级次之、而2 ~ 0.25 mm 粒级放线菌数量最低的规律,但在润土湿筛处理下有着不同的表现, ≤ 0.25 mm 粒级中放线菌数量依旧含量最高,但2 ~ 0.25 mm 粒级要比 ≥ 2 mm 粒级中放线菌数量高11.9%。结合不同筛分方式下每克干土中的细菌数(图1)可以发现,这与不同筛分方式下土样中细菌数量变化趋势相同,且同为干土湿筛处理下微生物数量显著高于其他处理,而润土干筛处理下微生物数量最低。

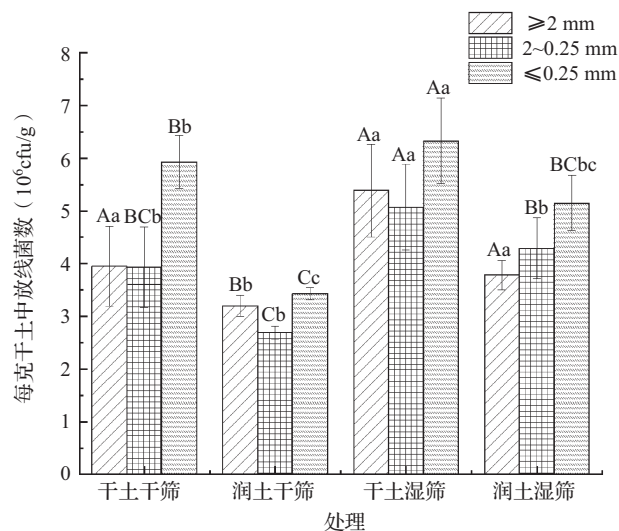


图3 不同筛分方式下每克干土中放线菌数

3 讨论与结论

本研究发现,不同的土壤筛分方式下土壤团聚体组成以及团聚体机械组成均有所不同,并且土壤有机碳含量、土壤细菌含量、土壤真菌含量、土壤放线菌含量在不同的筛分方式下都会有所差异。有很多研究表明,长期不同土地利用方式下的黑土可发现土壤碳库储量提高,土壤结构稳定性也有一定程度的增强^[16]。宛馨雨等^[17]的研究表明,不同土地利用方式会对土壤大团聚体含量造成显著改变。因此,对土壤的不同利用方式以及对土壤结构的研究还需进一步深入。

(1) 在不同的土壤筛分方式下,各粒级土壤团聚体所占比例有显著差异,润土干筛、干土干筛处理下 ≥ 2 mm 粒级团聚体所占比例较高,而小粒级团聚体所占比例较低。润土湿筛、干土湿筛处理恰恰相反,大粒级团聚体所占比例较低,而中小粒级团聚体比例较高。润土湿筛处理下,各粒级团聚体分布更为平均。在土壤团聚体稳定性方面,本文通过研究MWD、GMD、 >0.25 mm 水稳性团聚体所占比例来分析4种筛分方式的优缺点,润土干筛处理下MWD、GMD、 >0.25 mm 水稳性团聚体所占比例最高,考虑到降水和灌溉等自然因素的影响,湿筛法更能反映土地利用变化对土壤团聚体的影响^[18]。因此, $R_{0.25}$ 是评价土壤团聚体结构稳定性的重要指标,其值越大,说明土壤的抗蚀性越好,因此可知,润土干筛处理更有利于土壤团聚体的稳定性。通过对土壤有机碳的研究可以发现,不



同的筛分方式下土壤团聚体有机碳在 ≥ 2 、 $2 \sim 0.25$ mm 粒级间不显著,在 ≤ 0.25 mm 粒级有显著性差异,并且进一步发现,与干筛处理相比,湿筛处理下小粒级团聚体有机碳含量明显增加。干土湿筛处理下各粒级团聚体有机碳含量达到最高。结合以上 3 种指标进行分析可发现,有机碳含量高的土壤团聚体水稳定性更高,这与 Dong 等^[19]的研究结果一致。

(2) 土壤微生物生物量是土壤有机质的一部分,它含量的多少是土壤肥力高低的重要依据之一^[20],因此,本文对不同筛分方式下土壤中细菌、真菌、放线菌数量进行了对比。研究发现,干土湿筛处理下土壤中细菌含量显著高于其他处理。干土干筛、润土干筛、干土湿筛处理下细菌数在各粒级团聚体由大到小的顺序为 ≥ 2 、 ≤ 0.25 、 $2 \sim 0.25$ mm。而润土湿筛处理则不同,细菌数量随着土壤团聚体粒级变小而增加。土壤真菌数量研究中,润土干筛处理显著高于其他处理,其他处理下土壤真菌数量均不高。润土干筛处理下 $2 \sim 0.25$ mm 粒级中土壤真菌数量最高,而其他处理相反。放线菌生长速度缓慢,放线菌的主要作用是分解难分解的植物成分,并形成腐殖质,把植物残体以及植物凋落物转化为土壤有机成分^[21],土壤放线菌数量与土壤细菌数量在各粒级土壤团聚体间的规律相同,4 种不同筛分方式之间,土壤放线菌数量有显著性差异。综合分析发现,不同土地筛分方式的土壤微生物数量存在差异。在土壤微生物中,细菌数量较高,其次是放线菌,最后为真菌,这与范君华等^[22]、铁展畅等^[23]、Chen 等^[24]的研究结果一致。

本试验分别以土壤团聚体所占比例、MWD、GMD、土壤有机碳含量、土壤微生物含量为指标,对比分析了 4 种不同筛分方式对土壤团聚体以及土壤微生物群落的影响。得出如下结论,润土湿筛处理可优化各粒级团聚体所占比例,但对团聚体稳定性有所影响,润土干筛处理更有利于团聚体稳定且土壤中真菌数量最高。干土湿筛可使各粒级团聚体有机质含量达到最高,并且该处理下土壤中细菌与放线菌数量达到最高,综合对比,干土湿筛处理下团聚体百分含量较为平均,团聚体稳定性较好且土壤有机碳含量以及土壤微生物群落相较于其他处理均有较好的表现。该处理下更有利于优化土壤结构,对于土壤生态系统中物质、能

量循环流动,维持生态系统稳定均有较好地促进作用。

参考文献:

- [1] 武栋. 土壤筛分与施用有机物料对玉米 ^{15}N 肥料吸收利用的影响 [D]. 长春: 吉林农业大学, 2019.
- [2] 李林芝, 马源, 张小燕, 等. 不同退化程度高寒草甸土壤团聚体及其有机碳分布特征 [J]. 草地学报, 2022, 31 (1): 1-15.
- [3] 李越, 李航. 土壤团聚体稳定性的研究概述 [J]. 安徽农业科学, 2014, 42 (11): 3245-3247.
- [4] 李小刚. 甘肃景电灌区土壤团聚体特征研究 [J]. 土壤学报, 2000, 37 (2): 263-270.
- [5] Zhang X, Zhao X, Zhang M. Functional diversity changes of microbial communities along a soil aquifer for reclaimed water recharge [J]. FEMS Microbiology Ecology, 2012, 80 (1): 9-18.
- [6] Weigold P. A metagenomic-based survey of microbial (de)halogenation potential in a German forest soil [J]. Scientific Reports, 2016, 6 (1): 28958.
- [7] 阴红彬, 谢立红, 黄庆阳, 等. 五大连池火山群土壤微生物群落代谢多样性及影响因素研究 [J]. 土壤与作物, 2022, 11 (4): 458-469.
- [8] 丁红, 孙运霞, 戴良香, 等. 干旱胁迫和低氮对花生根际土壤细菌群落结构和多样性的影响 [J]. 花生学报, 2021, 50 (3): 11-18.
- [9] 谢丰璞, 王楠, 高静, 等. 干旱胁迫下药用大黄根部药效成分及根际土壤微生物变化规律及其相互作用机制研究 [J]. 中国中药杂志, 2023, 48 (6): 1498-1509.
- [10] 祁迎春, 王益权, 刘军, 等. 不同土地利用方式土壤团聚体组成及几种团聚体稳定性指标的比较 [J]. 农业工程学报, 2011, 27 (1): 340-347.
- [11] 武俊男, 刘昱辛, 王天野, 等. 长期施肥对黑土玉米田钾素 Q/I 特性的影响 [J]. 华北农学报, 2018, 33 (5): 185-187.
- [12] 吴际, 杨光, 韩雪莹, 等. 不同人工林对奈曼沙区土壤团聚体的影响 [J]. 干旱区研究, 2022, 39 (6): 1832-1841.
- [13] Upendra M S. Carbon and nitrogen pools in soil aggregates separated by dry and wet sieving methods [J]. Soil Science, 2006, 171 (12): 937-949.
- [14] 杨倩, 朱大运, 陈静, 等. 植被恢复模式对土壤团聚体和有机碳储量的影响 [J]. 森林与环境学报, 2022, 42 (6): 631-639.
- [15] 陈军宏, 谢玉琴, 张扬, 等. 覆盖材料对黄土高原苹果根区土壤微生物数量的影响 [J]. 果树学报, 2023, 40 (3): 471-480.
- [16] 郝翔翔, 韩晓增, 李禄军, 等. 土地利用方式对黑土剖面有机碳分布及碳储量的影响 [J]. 应用生态学报, 2015, 26 (4): 965-972.
- [17] 宛馨雨, 王海龙, 王月, 等. 不同土地利用转变和利用方

- 式对土壤团聚体稳定性的影响[J]. 安徽科技学院学报, 2022, 36 (5): 88-95.
- [18] 刘雷, 安韶山, 黄华伟. 应用 Le Bissonnais 法研究黄土丘陵区植被类型对土壤团聚体稳定性的影响[J]. 生态学报, 2013, 33 (20): 6670-6680.
- [19] Dong X, Guan T, Li G, et al. Long-term effects of biochar amount on the content and composition of organic matter in soil aggregates under field conditions [J]. Journal of Soils and Sediments, 2016, 16 (5): 1481-1497.
- [20] 纪立东, 郭鑫年, 孙权, 等. 宁夏引黄灌区不同土地利用方式土壤微生物群落多样性研究[J]. 生态环境学报, 2020, 29 (3): 516-524.
- [21] 张士亮, 李鹏. 施肥对土壤微生物多样性的影响[J]. 中国林副特产, 2011 (1): 95-98.
- [22] 范君华, 刘明, 洪远新, 等. 不同利用方式对土壤微生物区系和活性的影响[J]. 塔里木农垦大学学报, 2002, 14 (1): 15-17.
- [23] 铁展畅, 阿不都克尤木, 巴依木热杜夫·P·B, 等. 塔吉克斯坦不同土地利用方式对土壤微生物区系及活性的影响[J]. 西北农业学报, 2014, 23 (5): 177-184.
- [24] Chen Y, Liu J Z, He Q Q. Effects of different land use patterns on soil microbial quantity and activity in Hongta District, Yuxi City[J]. Agricultural Science & Technology, 2016, 17 (11): 2535-2538.

Effects of different screening methods on soil aggregates and soil microbial communities

CUI Yan-tian^{1, 2}, WANG Cheng-yu^{1, 2}, YAO Jun-hong^{1, 2}, WANG Dong^{1, 2}, LI Ming-yi^{1, 2}, GAO Yun-hang³, LIU Shu-xia^{1, 2*} (1. College of Resources and Environment, Jilin Agricultural University, Changchun Jilin 130118; 2. Key Laboratory of Sustainable Utilization of Soil Resources in Commodity Grain Base of Jilin Province, Changchun Jilin 130118; 3. College of Animal Science and Technology, Jilin Agricultural University, Changchun Jilin 130118)

Abstract: This research aimed to explore the influence of soil aggregate composition, stability, organic carbon content and microbial number under different screening methods, and optimize the aggregate screening methods. Black soil was taken as the research object, four treatments with different screening methods were set up, including dry screening of dry soil, wet screening of dry soil, dry screening of moist soil, and wet screening of moist soil. The advantages and disadvantages of these screening methods were compared. The results showed that soil aggregates with particle size ≥ 2 mm of the dry screening of moist soil treatment was about 85.97% higher than that of the wet screening of dry soil treatment. While for the aggregates in the particle size of 2-0.25 and ≤ 0.25 mm, the wet screening of dry soil treatment had the highest proportion and was about 80.90% and 91.82% higher than those of the moist soil of dry screening, which were the lowest. The content of ≥ 0.25 mm water-stable aggregate ($R_{0.25}$) reached the highest value of 99.35% under the dry screening of moist soil. The higher the value, the better the stability of soil aggregate and the stronger the soil corrosion resistance. The distribution of soil organic carbon in each particle size aggregate was on average under the treatment of wet screening of dry soil. The number of soil bacteria and actinomycetes was the highest under the wet screening of dry soil treatment. However, the number of soil fungi under the treatment of dry screening of moist soil was higher, which was significantly different from the three treatment methods of wet screening of moist soil, dry screening of dry soil and wet screening of dry soil. To sum up, it is found that the stability of soil aggregates is better and the number of soil microorganisms is higher under the treatment of wet screening of dry soil, which plays an optimization role in soil structure and soil quality to a certain extent.

Key words: soil aggregate; quantity of soil microorganism; black soil; screening method