

紡織業羊毛污泥堆肥之養分釋放與作物生長關係之研究

陳立學、顏裕鴻

E-mail: 9511429@mail.dyu.edu.tw

摘要

將羊毛污泥堆肥化為有機肥料，係屬掩埋或焚化之外的另一種可行方法。羊毛污泥雖含植物生長所需養分和有機物質，但其成分亦可能含有一些重金屬及毒性物質。未完善處理之羊毛污泥有造成對環境會造成以下影響。首先，羊毛污泥有造成植物受害的風險。其次，羊毛污泥會造成土壤生物型態及化學性質的改變。此外，微生物的礦化亦係關鍵因素。配合現代化的堆肥發酵技術，可讓污泥成為品質優良之堆肥，在施用後更能夠增加土壤中的有機物質，讓微生物活動更為活躍。本研究以盆栽試驗與孵育試驗來探討羊毛污泥堆肥化對植物及微生物之影響。盆栽試驗之目的，主要係以不同肥料施以不同用量，來探討同性質土壤對羊毛污泥堆肥養分釋放與作物生長之影響。試驗過程中，量測土壤中之氮、磷、鉀、鈣、鎂等養分含量，以估算堆肥礦化速率及養分釋放情形。定期做植株生育調查及紀錄植體重量及生長狀況，再將盆栽試驗過後之土壤中殘留的營養成分進行分析，可以估算各種養分之吸收情形。孵育試驗是藉不同肥料用量，來探討羊毛污泥堆肥養分釋放現象與土壤呼吸速率之關係。結果顯示羊毛污泥堆肥施用於種植作物，對於試驗種植作物株高及平均株重而言，和化學肥料施用組比較並無顯著差異，故羊毛污泥堆肥可以有效替代全量化學肥料之功效。且羊毛污泥堆肥若能配合部分化學肥料作為堆肥，則可獲得最佳之生長效益與產量。孵育試驗之結果顯示施用羊毛污泥堆肥組，在土壤呼吸速率均較施用化學肥料高。可反映出堆肥中之養分不斷持續的釋放，而有利於植株生長。整體言之，充分利用可成為資源的廢棄物，是達到永續利用地球資源之重要法則，施用適量羊毛污泥堆肥，可使農作物品質較施用化學肥料者佳，並可同時減少產業廢棄物對生態環境之污染及改善現今台灣土壤酸化等現象。

關鍵詞：羊毛污泥；堆肥發酵；礦化；微生物活性

目錄

目錄封面內頁	簽名頁	授權書	iii	中文摘要	iv	英文摘要	vi	誌謝	viii	目錄	ix	圖目錄	xii	表目錄	xiii																																																					
第一章	緒言	1	第二章	文獻回顧	3	2.1	羊毛污泥的成分	3	2.1.1	羊毛污泥的特性	3	2.1.2	羊毛污泥再生再利用	4	2.2	堆肥化設施與方法	4	2.2.1	堆肥原料調整原則	5	2.2.2	堆肥原料調整方法	6	2.2.3	堆肥化處理設備	7	2.2.4	堆積堆肥曝氣法	7	2.2.5	槽式堆肥化處理法	8	2.3	有機質肥料之分解與礦化	9	2.3.1	有機質肥料之分解	9	2.3.2	產業廢棄物堆肥之分解及礦化	10	2.3.3	有機質肥料之礦化與土壤呼吸量之關係	10	2.4	土壤中微生物之特性	11	2.4.1	微生物生質量	13	2.4.2	微生物生質量薰蒸孵育法	13	2.4.3	影響土壤呼吸之測定因子	14												
第三章	材料與方法	16	3.1	有機質肥料製造與成分分析	16	3.1.1	污泥堆肥生產流程	16	3.1.2	污泥經堆肥處理後的樣品取得與分析	17	3.2	盆栽試驗	20	3.2.1	水稻盆栽試驗設計	22	3.2.2	空心菜盆栽試驗設計	22	3.2.3	盆栽試驗前後土壤理化性質比較	23	3.3	孵育試驗	25	3.3.1	孵育試驗材料	25	3.3.2	孵育試驗方法	26																																				
第四章	結果與討論	29	4.1	製作堆肥所需資材成分分析	29	4.1.1	羊毛瀘泥來料加工成份分析與探討	30	4.1.2	羊毛屑來料加工成份分析與探討	32	4.1.3	羊毛膏來料加工成份分析與探討	34	4.1.4	木屑來料加工成份分析與探討	36	4.1.5	咖啡渣來料加工成份分析與探討	38	4.2	發酵過程微生物之運用與變化	39	4.2.1	發酵過程微生物之運用	39	4.2.2	羊毛污泥堆肥加入微生物發酵之變化	40	4.3	製作堆肥過程與探討	41	4.4	羊毛堆肥發芽率試驗	43	4.4.1	堆肥性狀觀察情況分析	45	4.5	盆栽試驗結果	45	4.5.1	水稻盆栽試驗	45	4.5.2	空心菜盆栽試驗	48	4.5.3	盆摘試驗前後土壤理化性質比較	50	4.5.4	盆栽試驗之檢討	53	4.6	孵育試驗	53	4.7	紡織業污泥再利用探討	62	4.7.1	廢棄物污泥資源化可能性	62	4.7.2	污泥最終處理法	63	4.7.3	資源回收永續循環	63
第五章	結論	64	參考文獻	65	附錄	75	圖目錄	圖2-1	總生物多樣性與其他生物多樣性間關係	12	圖4-1	不同處理對水稻株高示意圖	46	圖4-2	不同處理對水稻重量影響示意圖	47	圖4-3	不同肥料配方用量空心菜產量統計圖	49	圖4-4	羊毛堆肥孵育試驗全期土壤無機態氮之變化	54	圖4-5	羊毛堆肥孵育試驗全期土壤有效磷之變化	55	圖4-6	羊毛堆肥孵育試驗全期土壤交換性鉀之變化	56	圖4-7	羊毛堆肥孵育試驗全期土壤交換性鈣之變化	57	圖4-8	羊毛堆肥孵育試驗全期土壤交換性鎂之變化	58	圖4-9	不同肥料處理對孵育試驗土壤呼吸速率之影響	59	圖4-10	孵育試驗全期土壤pH之變化	61																												
表目錄	表3-1	盆摘試驗前土壤理化性質	21	表3-2	孵育試驗供試土壤之理化性質	26	表4-1	來料處理加工 紡織羊毛瀘泥成分	30	表4-2	來料處理加工 紡織羊毛屑成分	32	表4-3	來料處理加工 紡織羊毛膏(羊毛脂)成分	34	表4-4	來料處理加工 木屑成分	36	表4-5	來料處理加工 咖啡渣成分	38	表4-6	豐本18號微生物含菌量	40	表4-7	羊毛堆肥成品成分分析	43	表4-8	污泥堆肥及對照組發芽率試驗結果	44	表4-9	堆肥成品外觀性狀檢驗	45	表4-10	盆栽試驗種植前後土壤理化性質比較	50																																

參考文獻

參考文獻 中文部分 1、王杰、蕭錦。2000。兩性高分子凝聚劑在污泥脫水上的感應研究。工業水處理20(8):p28~30。 2、行政院。2001。全國事業廢棄物管制清理方案。 3、行政院環保署。2000。事業廢棄物清理管制計畫 管制中心第四年計畫。 4、李俊儀。1996。堆肥施用對強酸性土壤氮和磷礦化作用的影響與評估。中興大學土壤環境科學系碩士論文。台中，台灣。 5、吳正宗、曾證諺。2005。有機質肥料的分析方法。94年有機質肥料採樣與檢測方法講習會專刊。第63~74頁。中興大學。台中，台灣。 6、何鋒、周立祥。2004。洗毛廢水蒸餾處理塔中污泥的改性及其對污泥脫水效果的影響。工業水處理25(1):25~28。 7、周昌弘。1995。生物多樣性:觀念、假說及研究。科學月刊26(7):547~553。 8、林良平。1987。土壤微生物學。第171-192頁。南山堂。台北，台灣。 9、林信良。1994。土壤微生物生質量和呼吸量測定方法之探討與應用。中興大學土壤環境科學系碩士論文。台中，台灣。 10、林財旺、張武莉。1993。堆肥腐熟度判定法與利用自產堆肥接種改善堆肥生產效率之研究。八十二年度畜牧污染防治試驗研究計劃成果報告彙編。第137~142頁。台灣省畜產試驗所編印。台灣。 11、林財旺、張武莉。1995。堆肥共同處理場設施功能及堆肥品質評估。八十四年度畜牧污染防治試驗研究計劃成果報告彙編。第173~182頁。台灣省畜產試驗所編印。台灣。 12、林財旺、簡宣裕。1995。農畜產廢棄物利用及堆肥製造之現況。有機質肥料合理施用技術研討會專刊。第43~58頁。台灣省農業試驗所特刊 50。台灣。 13、林晉卿、林財旺、洪嘉謨。1995。添加不同農業廢棄物調整資材對雞糞堆肥品質的影響及其利用。八十四年度畜牧污染防治試驗研究計劃成果報告彙編。第192~200頁。台灣省畜產試驗所編印。台灣。 14、翁震軒。1998。禽畜糞堆肥處理技術與獸醫公共衛生之探討。國立中興大學獸醫學研究所碩士論文。台中，台灣。 15、陸洪發。1997。禽畜糞堆肥之養分釋放與百和生長關係之研究。中興大學土壤環境科學系碩士論文。台中，台灣。 16、陳仁炫、曾國力、方佳琪、黃譯賢、吳翠茹。2002。禽畜糞堆肥成分特性之檢測及重金屬含量之逆向分析。第五屆畜牧資源回收利用研討會論文集。第82~99頁。畜牧廢棄物資源再生利用協會。台灣。 17、曾證諺。2004。禽畜糞堆肥在兩種不同性質土壤的最佳管理策略評估。中興大學土壤環境科學系博士論文。台中，台灣。 18、黃山內。1991。豬糞堆肥在作物生產之利用。豬糞處理、堆肥製造使用及管理研討會論文專輯。第1~18頁。中興大學。台中，台灣。 19、黃啟民。1995。蔗渣堆肥。堆肥製造與利用。農委會、農林?出版。第11~21頁。 20、黃和炎。1996。推動農作物合理化施肥。台南區農業專訊第28期。第24~25頁。 21、黃裕銘。2005。堆肥化過程中常見的缺失及注意事項。94年有機質肥料採樣與檢測方法講習會專刊。第49~62頁。2005年7月。中興大學。台中，台灣。 22、張瑛蘭。1996。堆肥處理技術概論。經濟部86年度工業污染防治講習會講義。第43~56頁。1996年7月。中興大學。台中，台灣。 23、張照陽。2004。三種不同性質土壤的有機質肥料管理策略之評估。中興大學土壤環境科學系碩士論文。台中，台灣。 24、經濟部。2001。全國整體性特殊事業廢棄物清理計畫(核定本)。 25、楊盛行。1994。堆肥過程中微生物相變化及高溫放線菌之分離及應用。土壤肥料試驗報告。第338~357頁。台灣省政府農林?編印。台灣。 26、楊盛行、鐘仁賜。1995。台灣地區果菜批發市場廢棄物之產出概況，減量及資源再利用探討。農產品批發市場污染防治研究專輯。第5-1~5-33頁。台灣省政府農林?編印。台灣。 27、楊致行。2005。工業廢棄物之回收與資源化。工業技術研究院環境衛生技術發展中心。 28、趙慶祥。2000。資源化技術。第7~8頁。北京化工工業出版社。北京，中國。 29、盧金鎮。1994。雞糞及其堆肥之成分調查分析。中華生質能源學會會誌 13:147~154。 30、環保署。2000。全國事業廢棄物減量、減廢及妥善處理規劃專案工作計畫。環境資源研究發展基金會。 31、環保署。2001。台灣事業廢棄物問題白皮書。台灣工業區廢棄物問題白皮書。 32、羅裕堂。2002。有機栽培下土壤微生物多樣性之碳討。中興大學土壤環境科學系碩士論文。台中，台灣。 33、嚴玉龍。2002。洗毛廢水處理工藝性狀。環境保護2002(2):20~21。 34、鐘仁賜。1993。酸性土壤中施用有機物對作物生長及鋁錳之解毒作用。台灣東部問題土壤改良研討會論文集。中華土壤肥料學會。第193~217頁。 35、鍾仁賜。2005。有機肥料農地施用常見問題與對策。94年有機質肥料採樣與檢測方法講習會專刊。p24~31。2005年7月。中興大學。台中，台灣。 英文部分 1、Aelion, C. M. and P. M. Bradley. 1991. Aerobic biodegradation potential of subsurface microorganisms from a jet fuel-contaminated aquifer. *Applied Environ Microbiol* 57:57-63. 2、Amann, R. I., W. Ludwig and K. H. Schleifer. 1995. Phylogenetic identification and in situ detection of individual microbial cells without cultivation. *Microb. Reviews* 59:143-169. 3、Anderson, J. P. E., and K. H. Domsch, 1987. A physiological method for the quantitative measurement of microbial biomass in soil. *Soil Biol. Biochem.* 10:215-221. 4、Arteca, R. N., B. W. Poovaiah, and O. E. Smith, 1979. Changes in carbon fixation, tuberization, and growth induced by CO₂ application to the root zone of potato plants. *Science* 205:1279-1280. 5、Atlas, R. A. and R. Bartha. 1993. *Microbial Ecology: fundamentals and applications*. Benjamin / Cummings Publishing Inc. Redwood City, California. 6、Beare, M. H., C. L. Neely, D. C. Coleman and W. L. Hargrove, 1990. A substrate-induced respiration (SIR) method for measurement of fungal and bacterial biomass on plant residues. *Soil Biol. Biochem.* 22:585-594. 7、Bray, R. H., and L. T. Kurtz. 1945. Determination of total, organic and available forms of phosphorus in soils. *Soil Sci.* 59:39-45. 8、Bremner, J. M., and C. S. Mulvaney. 1982. Nitrogen-total. In A. L. Page et al. (ed.) "Methods of soils Analysis." Part 2, 2nd edition. *Agronomy.* 9:595-624. ASA, Madison, WI. 9、Brooker, P. C., A. Landman, G. Pruden, and D. S. Jenkinson, 1985. Chloroform fumigation and the release of soil nitrogen: a rapid direct extraction method for measuring microbial biomass nitrogen in soil. *Soil Biol. Biochem.* 17:837-842. 10、Bunnell, F. L., D. E. N. Tait, and P. W. Flanagan, 1977. Microbial respiration and substrate weight loss-II. A model of the influence of chemical composition. *Soil Biol. Biochem.* 9:41-47. 11、Castellanos, J. Z. and P. F. Pratt, 1981. Mineralization of manure nitrogen-correlation with laboratory indexes. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 45:354-357. 12、Cogle, A. L. and P. G. Saffigna. 1989. Carbon transformation during wheat straw decomposition. *Soil Biol. Biochem.* 21:367-372. 13、Collins, H. P., L. F. Elliott, R. W. Rickman, D. F. Bezdicsek, and R. I. Papendick, 1990. Decomposition and interactions among wheat residue components. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 54:780-785. 14、Diaz-Ravina, M., M. T. Acea, and T. Carballas. 1993. Microbial biomass and its contribution to nutrient concentrations in forest soils. *Soil Biol. Biochem.* 25:25-31. 15、Doll, E. C., and R. E. Lucas, 1973. Testing soil for potassium, calcium and magnesium In L. M. Walsh and J. D. Beaton (ed.) *Soil Testing and Plant Analysis* Soil Science Soc. of Am., Madison, Wis. pp.133-152. 16、Domsch, K. H., T. Beck., J. P. E. Anderson., B. Soderstrom., D. Parkinson, and G. Trolldenier, 1979. A comparison of methods for soil microbial population and biomass studies. *Zeitschrift fur Pflanzenernahrung and Bodenkunde* 142:520-533. 17、Edwards, N. T., 1975.

Effects of temperature and moisture on carbon dioxide evolution in a mixed deciduous forest. *Proc. Soil. Sci. Soc. Am. J.* 39:361-365. 18. Eghball, B., J. F. Power. 1999. Phosphorus- and Nitrogen-based manure and compost application: Corn production and soil phosphorus. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 63:895-901. 19. Feldmaier, C., 1970. Lilies B.T. Bataford, London. pp.228. 20. Gale, P. M., and J. T. Gilmour, 1986. Carbon and nitrogen mineralization kinetics for poultry litter. *J. Environ. Qual.* 15:423-426. 21. Garrett, H. E., and G. S. Cox, 1973. Carbon dioxide from the floor of an oak-hickory forest. *Soil Sci Am Proc* 37:641-644. 22. Garrity, J. B., 1975. In *Gladioli for Everyone*. David & Charles. pp.16-63. 23. Gilmour, J. T., M. D. Clark and G. C. Sigua, 1985. Estimating net nitrogen mineralization from carbon dioxide evolution. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 49:1398-1402. 24. Golebiowska, J. and Z. Pedziwilk, 1984. CO₂ release as an index of biological activity of cultivated soils. *Acta Mikrobiologica Polnica* 33:249-256. 25. Hagvar, S. 1998. The relevance of the Rio-Convention on biodiversity to conserving the biodiversity of soils. *Appl Soil Ecol* 9:1-7. 26. Haynes, R. J. 1986. The decomposition process: Mineralization, immobilization, humus formation, and degradation. pp.52-109. in R. J. Haynes(ed) *Mineral nitrogen in the plant-soil system*. Academic press, New York. 27. He, Z, L., V. C. Baligar, D. C. Martens, and K. D. Ritchey. 1997. Effect of phosphate rock, lime and cellulose on soil microbial biomass in acidic forest soil and its significance in carbon cycling. *Biol. Fertil. Soils* 24:329-334. 28. Howard, D. W., and P. J. A. Woward, 1993. Relationships between CO₂ evolution, moisture content and temperature for a range of soil types. *Soil Biol. Biochem.* 25:1537-1546. 29. Inbar, Y., Y. Chen, and Y. Hadar, 1990. Humic substance formed during the composting of organic matter. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 54:1316-1323. 30. Jenkinson, D. S., and J. B. Ladd. 1981. Microbial biomass in soils: measurement and turnover. In *Soil Biochemistry*, Vol. 5 (E. A. Paul and J.N. Ladd, Eds),pp.451-471. Marcel Dekker, New York. 31. Jenkinson, D. S., and D. S. Powlson. 1976. The effects of biocidal treatments on metabolism in soil. V. A method for measuring soil biomass. *Soil Biol. Biochem.* 8:167-177. 32. Jones, Jr. J. B. 2001. Plant Analysis. In Jones, Jr. J. B. (ed.) " *Laboratory Guide for Conducting Soil Tests and Plant Analysis* " . 3:191-245. CRC Press London New York Washington, D. C. 33. Jorgensen, J. R. and C. G. Wells, 1973. The relationship of respiration in organic and mineral soil layers to soil chemical properties. *Plant and Soil.* 39:373-387. 34. Keeney, D. R., and D. W. Nelson. 1982. Nitrogen-Inorganic forms. In A. L. Page et al. (ed.) " *Methods of Soil Analysis.* " Part 2, 2 nd edition. Agron. 33:643-698. ASA. SSA. Madison. WI. 35. Knudsen, O., G. A. Peterson, and P. F. Pratt. 1982. Lithium, sodium and potassium. In A. L. Page et al. (ed.) " *Methods of Soil Analysis.* " Part 2, 2 nd edition. Agron. 13:225-246. ASA. SSA. Madison. WI. 36. Lichko, R. P., V. V. Buylov, and V. I. Steputina, 1984. The carbohydrate fraction of organic matter in floodplain soils. Translate from:*Pochvovedeniye. (USSR)* 2:28-36. 37. Mafongoya, P. L., P. Barak, and J. D. Reed. 2000. Carbon, nitrogen and phosphorus mineralization of tree leaves and manure. *Biol. Fertil. Soils* 30:298-305. 38. Martens, R., 1987. Estimation of microbial biomass in soil by the respiration method: Importance of soil pH and flushing methods for the measurement of respired CO₂. *Soil Biol. Biochem.* 19:77-81. 39. McLean, E. D. 1982. Soil pH and lime requirement. In A. L. Page et al. (ed.) " *Methods of Soil Analysis.* " Part 2, 2 nd edition. Agronomy. 9:199-224. ASA. SSA. Madison. WI. 40. Mokolobate, M. S. and R. J. Haynes. 2002. Comparative liming effect of four organic residues applied to an acid soil. *Biol. Fertil. Soils* 35:79-85. 41. Murphy, J., and J. D. Riley. 1962. A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. *Anal. Chem. Acta.* 27:31-36. 42. Nadelhoffer, K. J. , 1990. Microlysimeter for measuring nitrogen mineralization and microbial respiration in aerobic soil incubations. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 54:411-415. 43. Nelson, D. W., and L. E. Sommers. 1982. Total carbon, organic carbon, and orhanic matter. In A. L. Page. (ed.) *Methods of Soil Analysis. Part 2, 2 nd edition.* Agronomy. 9:539-579. ASA. SSA. Madison. WI. 44. Olmeso, P. M., and R. M. Rees. 1999. Short-term N availability in response to dissolved-organic-carbon from poultry manure, alone or in combination with cellulose. *Biol. Fertil. Soils* 29:386-393. 45. Olsen, S. R., and L. A. Dean, 1965. Phosphorus. In C. A. Black et al (eds). *Method of Soil Analysis Part 2. Agronomy 9. Am. Soc. Of Agron., Inc., Madison, Wis.* pp.1035-1049. 46. Orchard, V. A., and F. J. Cook, 1983. Relationship between soil respiration and soil moisture. *Soil Biol. Biochem.* 15:447-453. 47. Patten, D. K., J. M. Bremner, and A. M. Blackmer, 1980. Effects of drying and air-dry storage of soils on their capacity for denitification of nitrate. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 44:67-70. 48. Peech, M., 1965. Hydrogen-ion activity. In C. A. Black et al (eds). *Method of Soil Analysis Part 2. Agronomy 9. Am. Soc. Of Agron., Inc., Madison, Wis.* pp.922-923. 49. Powlson, D. S., and P. C. brookes, 1987. Measurement of soil microbial biomass provides and early due to straw incorporation. *Soil Biol. Biochem.* 19:159-164. 50. Schnurer, J., M. Clarholm, and T. Rosswall. 1985. Microbial biomass and activity in an agricultural soil with different organic matter contents. *Soil Biol. Biochem.* 17:611-618. 51. Selivanovskaya, S.Yu., Latypova, V.Z., Kiyamova, S.N., Alimova, F.K.2001.Use of microbial parameters to assess treatment methods of municipal sewage sludge applied to grey forest soils of Tatarstan. *Agriculture,Ecosystems and Environment.* Vol: 86. 52. Solbrig, O. T. 1991. From genes to ecosystems : a research agenda for biodiversity. Report of a IUBS-SCOPE-UNESCO workshop. The International Union of Biological Sciences. 51 Boulevard de Montmorency, Pari, France. 53. Stevenson, F. J., 1985. The carbon cycle. In F. J. Stevenson (ed.) *Cycle of soil-carbon, nitrogen phosphorus, sulfur, micronutrients.* Wiely, New York. pp.1-44. 54. Summerell, B. A., and L. W. Burgess, 1989. Decomposition and chemical composition of cereal straw. *Soil Biol. Biochem.* 21:551-559. 55. U.S. Salinity Laboratory Staff.1954 L.A. Richards (ed.) *Diagnosis and improvement of saline and alkali soils.*U.S.Dep.of Agriculture Handbook no.60. 56. Van Cleve, K., P. I. Coyne., E. Goodwin., C. Johnson, and M. Kelley, 1979. A comparison of four method for measuring respiration in organic material. *Soil Biol. Biochem.* 11:237-246. 57. West, A. W. and G. P. Sparling, 1986. Modifications to the substrate-induced respiration method to permit measurement of microbial biomass in soil of differing water contents.*Microbiol Method* 5:177-189. 58. Witter, E., A. M. Martensson, and F. V. Garcia, 1993. Size of the soil microbial biomass in a long-term field experiment as affected by different N-fertilizers and organic manuers. *Soil Biol. Biochem.*25:659-669.