
《腐植酸复合肥料》化工行业标准制定 编制说明（送审稿）

标准编制组
二〇一五年十一月

目 录

一 工作简况.....	1
1.1 任务来源.....	1
1.2 主要工作过程.....	1
1.3 主要参加单位和工作组成员及其所做工作.....	1
二 标准编制原则和主要内容的论据，解决的主要问题.....	2
2.1 标准编制原则.....	2
2.2 标准主要内容编制依据.....	2
2.2.1 标准名称.....	2
2.2.2 术语和定义.....	3
2.3 主要质量指标的选择、限值的确定和制定依据.....	5
2.3.1 外观.....	6
2.3.2 总养分.....	6
2.3.3 水分.....	6
2.3.4 粒度.....	6
2.3.5 活化腐植酸含量.....	7
2.3.6 总腐植酸含量.....	10
三 主要试验（验证）情况分析.....	10
3.1 腐植酸复合肥产品活化检测结果.....	10
3.2 抽提剂 B 处理原煤活化腐植酸溶液的生物刺激作用试验.....	11
3.2.1 试验方案.....	11
3.2.2 试验结果.....	12
3.3 不同腐植酸含量复合肥肥效试验结果.....	13
3.3.1 不同腐植酸含量的高浓度复合肥料（N+P ₂ O ₅ +K ₂ O≥40.0%）对小麦产量及肥料利用率的研究结果.....	13
3.3.2 不同腐植酸含量的高浓度复合肥料（N+P ₂ O ₅ +K ₂ O≥40.0%）对玉米产量及肥料利用率的研究结果.....	14
3.3.3 不同腐植酸含量的中浓度复合肥料（N+P ₂ O ₅ +K ₂ O≥30.0%）对苹果产量及品质的研究结果.....	16

3.3.4 不同腐植酸含量的中浓度复合肥料（ $N+P_2O_5+K_2O \geq 30.0\%$ ）对花生产量及品质的研究结果.....	17
3.3.5 不同腐植酸含量的低浓度复合肥料（ $N+P_2O_5+K_2O \geq 25.0\%$ ）对油菜产量及品质研究结果.....	19
四 知识产权.....	20
五 产业化前景.....	20
六 文献检索情况.....	20
七 其他标准检索到的关系.....	20
八 与有关的现行法律、法规和强制性国家标准的关系.....	20
九 重大分歧意见的处理经过和依据.....	20
十 标准属性.....	20
十一 贯彻国家标准的要求和措施建议.....	20
十二 废止现行有关标准的建议.....	21
十三 其他应予说明的事项.....	21

一 工作简况（包括任务来源、主要工作过程、主要参加单位和工作组成员及其所做的工作等）

1.1 任务来源

中华人民共和国工业和信息化部办公厅印发了2014年第三批行业标准修订计划，项目名称《含腐植酸复合（复混）肥料》，项目编号2014-1147T-HG。本标准主管部门为中华人民共和国工业和信息化部原材料工业司。本标准由中国石油和化学工业联合会提出，全国肥料和土壤调理剂标准化技术委员会(SAC/TC105/SC2)归口，主要由上海化工研究院、山东农大肥业科技有限公司、中国科学院山西煤炭化学研究所、中国农科院区划所、史丹利化肥股份有限公司、北京澳佳肥业有限公司等单位负责起草。本标准为您推荐性行业标准。

1.2 主要工作过程

2014年由全国土壤和调理剂标准化技术委员会组织成立标准制定工作组。主要工作过程及内容如下：

2014.1~2014.2：资料调研与收集（包括国家及行业有关政策法规、含腐植酸复合（复混）肥料产业现状调研及现有国家标准、行业标准等）；

2014.3~2014.4：收集样品，进行初步分析，形成《含腐植酸复合（复混）肥料》草案（第一稿）；

2014.5：工作组第一次会议，确定标准编制思路与框架；

2014.6~2014.12：根据样品分析结果汇总，形成《含腐植酸复合（复混）肥料》草案（第二稿）征求意见初稿；

2015.3：在山东泰安召开专家研讨会；

2015.4：形成《含腐植酸复合（复混）肥料》征求意见稿，编制标准编制说明；

2015.4：在临沂召开标准征求意见工作会议；

2015.4~2015.10：汇总分析处理会议和书面收到的意见，并进行修改，形成《腐植酸复合肥料》送审稿，完成标准编制说明修改。

1.3 主要参加单位和工作组成员及其所做工作

主要参加单位有上海化工研究院、山东农大肥业科技有限公司、中国科学院山西煤炭化学研究所、中国农科院区划所、史丹利化肥股份有限公司、北京澳佳肥业有限公司等单位负责起草。本标准为您推荐性行业标准，由全国土壤和调理剂标准化技术委员会组织成立标准制定工作组。

山东农大肥业科技有限公司、北京澳佳肥业有限公司、史丹利化肥股份有限公司负责样品收集、整理、试验方法分析验证试验工作，上海化工研究院负责标准整体框架构建及协同试验，中国科学院山西煤炭化学研究所、中国农科院区划所负责标准技术方案制定、样品分析、试验方法研制及试验、标准草案及编制说明编写等工作。

二 标准编制原则和主要内容（如技术指标、参数、公式、性能要求、试验方法、检验规则等）的论据，解决的主要问题

《腐植酸复合（复混）肥料》行业标准的制定，一方面顺应了我国肥料行业发展的要求，有利于促进技术进步，提高产品质量，为产品的质量控制提供可靠的操作依据；另一方面有利于合理利用资源，提高经济效益，规范企业对产品质量的行为，提供政府管理部门对产品质量度量的标准及仲裁机构对企业、市场运营商、消费群体之间协调的依据，有利于规范市场公平交易。因此该标准项目的研制对我国腐植酸及复合肥标准体系的完善、对我国腐植酸行业的健康和可持续发展、对绿色农业生态文明建设具有重大意义。

2.1 标准编制原则

标准制定的依据主要为：

- （1）依据相关的政策法规；
- （2）与已颁布实施的相关国家标准相协调；
- （3）充分考虑腐植酸行业生产的实际情况以及用户的使用要求；
- （4）按照GB/T 1.1-2009 要求编写标准内容；
- （5）符合产品标准编写要求；
- （6）腐植酸原料及产品测定方法（中国科学院山西煤炭化学研究所编写）。

2.2 标准主要内容编制依据

2.2.1 标准名称

按照国家工信部下达的本标准制定计划的名称为《含腐植酸复合（复混）肥料》，英文全称为Humic Acid-inorganic Composed(Compound) Fertilizer。现将起草的本标准名称改为《腐植酸复合肥料》，说明如下：

- （1）复混肥与复合肥的概念从实质内容上基本相似。

按照 GB 15063-2009 的定义，复混肥料是氮、磷、钾三种养分中，至少有两种养分标明量的由化学方法和(或)掺混方法制成的肥料。复合肥是氮、磷、钾三种养分中，至少有两种养分标明量的仅由化学方法制成的肥料，是复混肥料的一种。复混肥与复合肥只是根据肥料的生产工艺来定义划分的、二者在养分配比上无本质区别。

- （2）复混肥与复合肥执行标准和检测方法相同。

2002 年，国家有关部门下发了新的肥料生产标准，把复合肥和复混肥统归为一大类。复混肥和复合肥料的要求、试验方法、检验规则、标识等均按 GB 15063-2009 执行。

- （3）复合肥与复混肥在施用效果方面无明显差异。

由于复合肥与复混肥仅在生产工艺上存在不同，生产的不同肥料产品类型养分含量及形态一致，在作物上的施用效果无明显差异，即在同等的养分含量下，同等的中微量元素下，两者的作物农学效应基本一致。

（4）在生产工艺设备方面。肥料生产厂家刻意追求复合肥料的市场效应，盲目改造肥料生产工艺设备，投资设备工艺，进行养分部分合成法生产复合肥，增加了投资，生产消耗了更多的资源和能源，生产成本低，造成了大量的能源和资源浪费，对环境保护也有较大危害。况且，不管使用何种生产工艺，复合肥与复混肥中氮、磷、钾养分形态一致，作物使用效果基本一致，并无本质区别。

- （5）市场宣传导向侧重复合肥

生产厂家对复合肥料的长期宣传误导，以及农民缺少对肥料的科学认识，造成复合肥料效果好于复混肥料的错觉，致使复合肥料的市場認可度高于复混肥料。也因此，商家主观上愿将复混肥料标示复合肥料。为规范生产厂家和经销商的生产与销售，促进肥料行业的健康发展，同时兼顾及市場認可度，不再纠结于“混”与“合”，宜将“复合（复混）肥料”名称改为“复合肥料”名称。

鉴于以上原因，2015年4月13-14日，全国肥料和土壤调理剂标准化技术委员会第一次标准征求意见会议上，经各位专家委员及企业代表认真细致的讨论，一致同意将标准名称《含腐植酸复合（复混）肥料》改为《腐植酸复合肥料》，与之对应的英文名称修改为 Humic Acid-inorganic Compound Fertilizer。

2.2.2 术语和定义

本标准术语为对应标准范围、明确标准产品构成，确定了腐植酸、腐植酸复合肥、腐植酸掺混肥、活化腐植酸、总腐植酸5项术语。其中活化腐植酸为首次提出，目的在于规范腐植酸用于复合肥制备（活化后腐植酸与无机肥料复合制备）的必要条件，同时便于试验方法的确定。与其它标准相比，本标准中腐植酸的定义界定了芳香族化合物为主体，富含羧基、酚羟基、甲氧基等含氧官能团，这一表述与煤炭腐植酸及土壤腐植酸的组成结构相一致。其余术语和定义参考其它相关标准并结合本标准要求确定。

有关腐植酸标准中的术语和定义描述，见表1。

表1 有关腐植酸标准中的术语和定义对比表

标准号	标准名称	术语和定义
GB/T 11957-2 004	煤中腐植酸 产率的测定	<p>3.1 腐植酸 humic acid</p> <p>由动植物残体，主要是植物的残体，经过微生物的分解和转化，以及经地球物理、化学的一系列相互作用形成的一类富含羧基、酚羟基、甲氧基等含氧官能团的芳香族无定形高分子化合物的混合物。</p> <p>3.2 腐植酸复合肥料 humic acid-inorganic compound fertilizer</p> <p>以风化煤、褐煤、泥炭为腐植酸原料经活化与无机肥料制得的腐植酸复合肥料。</p> <p>3.3 总腐植酸 total humic acid</p> <p>用焦磷酸钠碱液可直接抽提得到的腐植酸。</p>
HG/T 3276-20 11	农用腐植酸 钠	<p>3.1 腐植酸 humic acid</p> <p>动植物残体，主要是植物的残体，经过微生物的分解和转化，以及地球物理化学的一系列作用累积起来的，或利用非矿物跟生物质原料经一定工艺人工合成的一类由芳香族、脂肪族及其多种功能团组成的无定型的高分子有机弱酸混合物。</p> <p>注：腐植酸的主要元素组成为碳、氢、氧、氮、硫和磷，以游离酸及其金属盐（腐植酸盐）形态存在于低价煤、泥炭和经腐殖化的生物质加工原料中，是一组分子量相对较大，组成十分复杂，含有酚羟基、羧基、醇羟基、烯醇基、磺酸基、氨基、游离的醌基、半醌基、醌氧基、甲氧基等多种官能团，具有螯合、络合、吸附、氧化还原、缓冲缓释、胶结等多种功能的有机缩合羧酸无定型混合物。</p> <p>3.2 有机矿物源腐植酸 humic acid from organic minerals</p> <p>由天然腐植酸矿物质原料风化煤、褐煤、泥炭等加工提取的腐植酸，简称煤炭腐植酸或泥炭腐植酸。</p>

HG/T 3276-20 12	腐植酸铵肥料分析方法	<p>3.1 腐植酸类物质 humic substances</p> <p>由动植物残体，主要是植物的残体，经过微生物的分解和转化以及地球物理的化学的一系列作用累积起来的，或利用非矿物源生物质原料经人工工艺转化的一类由芳香族、脂肪族及多种官能团组成的有机弱酸混合物。</p> <p>3.2 腐植酸 humic acid</p> <p>腐植酸类物质中既能溶于稀碱溶液，又能溶于酸和水的一组物质，分子量较小，呈黄色或棕黄色。</p> <p>3.3 腐植酸类肥料 humic acid fertilizers</p> <p>以腐植酸类物质为基础原料生产的，含有一定标明量的作物营养成分的肥料，称为腐植酸类肥料。</p>
NY 1106-20 10	含腐植酸水溶肥	<p>由动植物残体经微生物分解、转化以及地球化学作用等系列过程形成的，从泥炭、褐煤或风化煤提取而得的，含苯核、羧基和酚羟基等无定形高分子化合物的混合物。</p>
	腐植酸类肥料分类	<p>3.1 腐植酸类肥料 humic fertilizers</p> <p>以提取的或经活化处理的腐植酸、腐植酸盐为基础原料；或以黄腐酸、黄腐酸盐为基础原料，制成含有一定养分标明量的肥料，统称为腐植酸类肥料。腐植酸类肥料包括有机矿物源腐植酸、黄腐酸肥料和非矿物源生物质腐植酸、黄腐酸肥料。</p> <p>3.2 有机矿物源腐植酸肥料 humic fertilizer from organic minerals</p> <p>从风化煤、褐煤、泥炭等有机矿物源腐植酸原料用化学碱剂提取或经活化处理的腐植酸、腐植酸盐作为肥料主要原料，并含有一定养分标明量的肥料，称为有机矿物源腐植酸肥料，简称矿物源腐植酸肥料或腐植酸肥料。</p> <p>3.3 有机矿物源黄腐酸肥料 fulvic fertilizer from organic mineral source</p> <p>以风化煤、褐煤、泥炭等有机矿物源腐植酸原料，用化学碱剂、化学氧化剂等提取或降解的黄腐酸、黄腐酸盐作为肥料主要原料，并含有一定养分标明量的肥料，成为有机矿物源黄腐酸肥料，简称矿物源黄腐酸肥料或黄腐酸肥料。</p>

本标准术语和定义确定为：

腐植酸 humic acid

腐植酸是动、植物残体经微生物分解和转化，以及经地球物理、化学的一系列相互作用形成的一类富含羧基、酚羟基、甲氧基等含氧官能团的芳香族无定形高分子化合物的混合物。

腐植酸复合肥料 humic acid-inorganic compound fertilizer

以风化煤、褐煤、泥炭为腐植酸原料经活化与无机肥料反应制得的腐植酸复合肥料。

总腐植酸 total humic acid

用焦磷酸钠碱溶液可直接抽提得到的腐植酸，本方法采用重量法测定，避免了碳系数选择以及尿素和氯离子消耗重铬酸钾对分析结果的影响。

活化腐植酸 activated humic acid

用极性为中性的溶剂柠檬酸-柠檬酸钠的混合液抽提得到的腐植酸，用于表征样品中腐植酸活化的程度。用重量法分别测定棕黑腐植酸和黄腐酸，两者之和即为活化腐植酸含量。

本标准中以0.1 mol/L柠檬酸-柠檬酸钠的混合溶液(pH 6~7)为抽提剂。

关于腐植酸的定义有以下几点不同意见：

- (1) 用“殖”代替“植”，即“腐殖酸”替代“腐植酸”；
- (2) 黄腐酸从腐殖酸中分出，与腐植酸并列组成腐殖物质；
- (3) 黄腐酸中不仅包含煤炭黄腐酸，还包括秸秆发酵等工农业废弃物等原料制备的生化黄腐酸。

处理方案及意见：

(1) “腐殖酸”概念来源于土壤化学，土壤中腐殖质是由动、植物残体通过生物及物理化学降解、缩合等各种作用形成的天然有机质。腐殖质的结构一般由芳核上的直链和支链结构通过醚键、酯键及其他共价键作用形成，富含羧基、酚羟基等含氧官能团。根据其溶解性分为富里酸（fluvic acid，溶于任何pH范围的水溶液）、胡敏酸（humic acid，仅溶于碱性溶液不溶于酸性溶液）和胡敏素（humic，不溶于任何pH范围的水溶液）三种。腐殖质构成了土壤有机质的主要部分，而土壤形成于距今1万年前的冰河期之后。

(2) “腐植酸”概念来源于煤化学，是成煤过程中形成的一部分与土壤腐殖质结构、性质相似的富含羧基、酚羟基等含氧官能团的芳香羧酸族群，由醚键、酯键连接，由植物残体经几百万年至上亿年的地球物理化学变化形成。煤化学中的“腐植酸”根据其在溶剂中的溶解性及表观颜色分为黄腐酸、棕腐酸、黑腐酸三种。煤中溶于碱的那部分有机物称为腐植酸，碱溶物用酸沉淀，溶于酸中的有机物为黄腐酸，被絮凝的有机物为棕黑腐植酸，絮凝物中可溶于乙醇的那部分有机物为棕腐酸，剩余部分为黑腐酸。其中“黄腐酸”与土壤化学中的“富里酸”（fluvic acid）对应，“棕黑腐植酸”与“胡敏酸”（humic acid）对应。煤化学中没有与“胡敏素”（humic）对应的部分。

因此，土壤化学中“腐殖质”与煤化学中“腐植酸”概念的对应和借鉴应用就显得十分重要。土壤化学中“腐殖质”中的“富里酸”和“胡敏酸”是可以直接测定且有明确对应性能应用的，而“胡敏素”目前没有明确的测定方法，因此可以认为“富里酸”和“胡敏酸”是土壤腐殖质有效成分。同时土壤中腐殖质含量少，也不能作为生产原料使用，土壤腐殖质更主要作为性能表征。煤炭“腐植酸”恰好涵盖了土壤腐殖质的有效成分，可以被全部表征测定，因此可以作为土壤腐殖质有效成分的完全替代。

综上所述，作为产品仍应沿用煤化学“腐植酸”的概念，即腐植酸包含黄腐酸、棕腐酸、黑腐酸三部分。

无论是土壤腐殖质还是煤化学腐植酸的概念，都明确定义了以芳核为中心形成的结构。这就从根本上区分了生物腐植酸、生物黄腐酸和土壤腐殖质、煤炭腐植酸。生物腐植酸主要是多糖、氨基酸等低分子有机物，是非腐植物质。本标准选用极性为中性的疏水性大孔吸附树脂吸附黄腐酸，而氨基酸、多糖等非腐植物质不能被吸附，以此区别界定。

2.3 主要质量指标的选择、限值的确定和制定依据

腐植酸复合肥料的技术要求应符合表 2 的规定。

表 2 产品技术要求

项 目	指 标		
	高浓度	中浓度	低浓度

总养分（N+P ₂ O ₅ +K ₂ O）质量分数 ^a /%		≥	40.0	30.0	25.0
水溶性磷占有有效磷百分率 ^b /%		≥	60.0	50.0	40.0
水分(H ₂ O)质量分数 ^c /%		≤	2.0	2.5	5.0
粒度（1.00 mm～4.75 mm 或 3.35 mm～5.60 mm） ^d /%		≥	90.0		
活化腐植酸含量（以质量分数计） /%		≥	1.2	2.0	3.0
总腐植酸含量（以质量分数计） /%		≥	2.5	4.5	6.0
氯离子的质量分数 ^e /%	未标“含氯”的产品	≤	3.0		
	标识“含氯（低氯）”的产品	≤	15.0		
	标识“含氯（中氯）”的产品	≤	30.0		
^a 标明量的单一养分含量不得低于 4.0%，且单一养分测定值与标明值负偏差的绝对值不得大于 1.5%。					
^b 以钙镁磷肥等枸溶性磷肥为基础磷肥并在包装容器上注明为“枸溶性磷”时，“水溶性磷占有有效磷百分率”项目不做检验和判定。若为氮、钾二元肥料，“水溶性磷占有有效磷百分率”项目不做检验和判定。					
^c 水分以出厂检验数据为准。					
^d 指出厂检验数据，当用户对粒度有特殊要求时，可由供需双方协议确定。					
^e 氯离子的质量分数大于 30%的产品，应在包装袋上标明“含氯（高氯）”，标识“含氯（高氯）”的产品氯离子质量分数可不做检验和判定。					

腐植酸复合肥料中重金属含量指标应符合 GB/T 23349 的要求。

2.3.1 外观

根据所用原料不同，产品呈黑褐色、褐色。

其中泥炭腐植酸为褐色，褐煤腐植酸、风化煤腐植酸为黑褐色。

2.3.2 总养分

参照GB 15063-2009复混肥料(复合肥料)产品技术要求，高浓度产品总养分指标≥40%，中浓度总养分指标≥30%，低浓度产品总养分指标≥25%。

2.3.3 水分

根据产品总养分含量和腐植酸添加量，设定高、中、低浓度产品的水分控制指标为：2.0%、2.5%、5.0%。

由于腐植酸可溶于卡尔-费休试剂，因此含腐植酸产品的水分检测均不能使用卡尔-费休法，同时本产品包含尿素等易挥发物质，亦不可采用直接烘箱测定。因此本标准水分的分析方法采用真空烘箱法，等效采用 GB/T 8576 复混肥料中游离水含量测定(真空烘箱法)。

从目前收集的 45 个样品分析结果来看，总养分含量大部分在 40%以上，样品的水分含量均小于 2.0%。

2.3.4 粒度

GB 15063-2009复混肥料(复合肥料)产品粒度(1.00 mm~4.75 mm或3.35 mm~5.60 mm)低浓度粒度≥80%，中、高浓度粒度≥90%。

本标准规定产品粒度（1.00 mm~4.75 mm或3.35 mm~5.60 mm）≥90%。

2.3.5 活化腐植酸含量

本项指标是为表征产品中腐植酸的活化程度，采用中性溶液抽提后，采用重量法分别测定活化棕黑腐植酸和活化黄腐酸含量。

容量法测定产品中腐植酸还需考虑氯离子及尿素、碳系数的影响，其中碳系数难以确定，对测定结果影响较大。本标准对于腐植酸含量不超过10%的用容量法测定误差太大，因此决定不采用容量法。

重量法检测准确性的影响因素包含抽提剂种类、称样量、抽提时间、抽提温度、酸化剂选择、吸附树脂选择等几项，其中抽提剂遴选、吸附树脂选择影响较大，对于以上几项分别进行了实验和论证，根据试验结果确定试验方法和计算公式。

棕黑腐植酸采用溶剂抽提溶解酸絮凝沉淀，称取絮凝物重量，并以絮凝物灼烧残渣加以校正，同时空白校正，消除了絮凝沉淀中携带的可溶物对测定结果的影响，直接测定得到的棕黑腐植酸重量占试样重量百分比为棕黑腐植酸含量。测定步骤简单，影响因素少，确保误差小，提高了测定结果的准确性。

黄腐酸于酸溶解液中用中性大孔吸附树脂吸附，重量法检测。黄腐酸被吸附后，用氢氧化钠脱附，脱附液烘干，同时灼烧校正，空白校正，同棕黑腐植酸计算公式相同，直接得到黄腐酸重量占试样重量百分比，同样，测定步骤简单，误差小，可以确保测定结果的准确性。

综上所述，采用重量法分别测定棕黑腐植酸和黄腐酸含量的方法对于本标准腐植酸含量测定是适宜的，该方法同样适宜于本标准中总腐植酸的测定。

检测中抽提剂的遴选成为关键，本实验选用了6种抽提剂进行试验，以筛选出能区别原料腐植酸、部分反应腐植酸和水溶性腐植酸的抽提试剂，同时采用确定的抽提剂对产品进行抽提，并进行了小麦、油菜发芽率测定试验，验证其活性（见3.2）。

2.3.5.1 抽提剂遴选

选用pH为6~7的中性溶液（性质见表3）对腐植酸原料、腐植酸尿素反应物、腐植酸铵、硝基腐植酸、腐植酸钾分别采用重量法测定。其中棕黑腐植酸含量测定采用溶剂溶解酸沉淀重量法测定，黄腐酸含量采用溶剂溶解酸沉淀滤液树脂法检测，测得的棕黑腐植酸含量与黄腐酸含量之和即为活化腐植酸含量。检测结果见表3。

表 3 抽提剂性质

序号	抽提液	pH值
A	0.2 mol/L Na_2HPO_4 - NaH_2PO_4	6.8
B	0.1 mol/L $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$ - $\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7$	6.6
C	0.2 mol/L KH_2PO_4 - NaOH -1	6.8
D	0.2 mol/L KH_2PO_4 - NaOH -2	7.8
E	0.2 mol/L KH_2PO_4	6.0
F	0.1 mol/L $\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7$	7.8

表 4 活化腐植酸抽提剂遴选试验分析结果

样品	水抽提 HA%	1%NaOH HA%	A 液 HA%	E 液 HA%	F 液 HA%
抽提液 pH 值	6.68	14.90	6.80	6.00	7.80
黑龙江泥炭	0.28	42.71	22.62	0.46	14.18
云南泥炭	0.68	50.58	26.77	0.91	15.02
内蒙褐煤	1.02	46.39	18.98	4.65	15.86
云南寻甸褐煤	1.32	53.68	28.98	5.44	16.64
黑龙江褐煤	0.73	62.35	33.04	6.09	21.82
内蒙风化煤	0.66	40.95	11.89	1.64	6.14
山西灵石风化煤	0.92	42.78	6.98	1.87	4.11
山西交口风化煤	0.32	38.62	5.69	1.51	3.59
江西萍乡风化煤	0.68	45.76	9.15	2.28	4.71
内蒙风化煤腐脲	6.58	19.04	15.64	5.71	11.69
山西风化煤腐铵	1.02	19.04	18.98	10.05	13.66
内蒙褐煤腐钾	0.87	62.51	61.96	43.74	58.36

表 5 活化腐植酸抽提剂遴选试验分析结果

样品	水抽提 HA%	1%NaOH HA%	B 液	C 液	D 液
抽提液 pH 值	6.68	14.90	6.60	6.80	7.80
黑龙江泥炭	0.28	42.71	6.75	0.46	14.18
云南泥炭	0.68	50.58	8.62	3.15	13.96
内蒙褐煤	1.02	46.39	8.98	4.65	15.86
云南寻甸褐煤	1.32	53.68	4.25	2.29	17.09
黑龙江褐煤	0.73	62.35	5.58	3.67	20.16
白银风化煤	0.28	42.71	3.58	3.40	14.18
山西灵石风化煤	0.92	42.78	2.56	1.87	13.98
山西交口风化煤	0.32	38.62	2.98	1.68	11.27
江西萍乡风化煤	0.68	45.76	5.21	4.69	10.99
内蒙腐脲	1.02	19.04	18.98	9.54	15.86
山西腐铵	20.92	42.78	26.58	29.27	31.59
宝清褐煤	1.05	55.03	9.67	10.05	18.12
BQ 褐煤 NHA1	0.87	62.51	40.75	43.74	50.98
BQ 褐煤 NHA2	0.24	64.77	31.80	33.90	52.89
BQ 褐煤 HAK	63.68	63.68	62.99	63.68	63.01

通过以上试验，确定B液和C液都可以作为活化腐植酸抽提液，如采用重量法，取B液为抽提剂，如采用容量法，采用C液为抽提剂。

2.3.5.2 酸化剂的选择

理论上来说硝酸、盐酸和硫酸均可作为腐植酸测定的酸化剂，但是在某些情况下硝酸和硫酸作为酸化剂会影响结果的测定。

1、硝酸是强酸，同时它也是一种氧化性酸，对泥炭、褐煤有氧化作用，抽提过程会对腐植酸含量有影响，尤其是对黄腐酸和棕腐酸含量影响较大，影响测定结果。

2、硫酸虽然在常温下氧化性弱至可以忽略，但是在测定某些盐分含量较高，尤其重金属含量较高时，会导致大量硫酸盐沉淀，从而造成待测元素的共沉淀，降低检测结果。

3、盐酸也是一种强酸，但是盐酸是还原性酸，同时氯化物沉淀要比硫酸盐沉淀少很多，只有少数几种盐酸盐会沉淀，基本不会影响测定结果。

综上所述，盐酸作为反应酸优于硝酸和硫酸。

2.3.5.3 称样量

不同腐植酸测定标准称样量不尽相同，列表比较称样量与测定范围的关系，确定称样量（见表6）

表 6 不同标准称样量与HA测定范围比较

序号	标准号	标准名称	称样量 g	HA 测定范围%	测定方法
1	GB/T 11957-2001	煤中腐植酸产率测定	0.2	30-70	容量法
			1.0	30-70	重量法
2	NY/T 1971-2010	水溶肥料 腐植酸含量测定	0.5	≥3	容量法 固体
			2-3	≥30 g/L	容量法 液体
3	HG/T 3278-2011	农业用腐植酸钠	0.2	30-70	容量法
			1.0	30-70	重量法
4	MT/T	煤基腐植酸钾	0.2	30-65	容量法
			1.0	30-65	重量法
5	HG/T	本标准(腐植酸复合肥料)	5.0~10.0	1.2-3	重量法

由表6可以看出，本标准根据不同级别的复合肥料产品中腐植酸含量，选取称样量5.0~10.0 g是合理的。

2.3.5.4 吸附树脂遴选

按照国际腐殖质协会推荐的提取工艺，选择疏水型中性大孔吸附树脂DAX-8/XAD-8，脱附液树脂选择氢型阳离子交换树脂。

2.3.5.5 活化腐植酸计算公式

活化腐植酸检测计算公式分为两部分，一部分为活化棕黑腐植酸，另一部分为活化黄腐酸。

活化棕黑腐植酸含量（HA_{B,ad}）以重量百分数（%）表示，按下式计算

$$HA_{B,ad} = \frac{(G_3 - G_4) - (G_1 - G_2)}{G} \times \frac{V_1}{V} \times 100$$

式中：

$HA_{B,ad}$ ----分析试样中的活化棕黑腐植酸含量，%；

G ----试样重量，g；

G_1 ----空白干燥的重量，g；

G_2 ----空白灼烧残渣的重量，g；

G_3 ----棕黑腐植酸干燥的重量，g；

G_4 ----棕黑腐植酸灼烧残渣的重量，g；

V ----试样溶液的体积，mL；

V_1 ----测定时所取部分试样溶液的体积，mL。

活化黄腐酸含量（ FA_{ad} ）以重量百分数（%）表示，按下式计算

$$FA_{ad} = \frac{(G_5 - G_6) - (G_7 - G_8)}{G} \times \frac{V_1}{V} \times 100$$

式中：

FA_{ad} ----分析试样中的活化黄腐酸含量，%；

G ----试样重量，g；

G_5 ----黄腐酸干燥的重量，g；

G_6 ----干燥黄腐酸灼烧残渣的重量，g；

G_7 ----空白干燥的重量，g；

G_8 ----干燥空白灼烧残渣的重量，g；

V ----试样溶液的体积，mL；

V_1 ----测定时所取部分试样溶液的体积，mL。

活化腐植酸计算公式如下：

$$HA_{ad} = HA_{B,ad} + FA_{ad}$$

式中： HA_{ad} ----分析试样中的活化腐植酸含量，%；

2.3.6 总腐植酸含量

同4.6.3活化腐植酸含量的测定方法，只是用焦磷酸钠-碱溶液代替中性抽提剂，其余测定步骤相同。

三 主要试验（验证）情况分析

3.1 腐植酸复合肥料产品活化检测结果

本标准中，难点是活化腐植酸检测方法的确定及提出的技术指标限值是否合理，因此试验重点是用现有产品验证该方法。

共收集生产样品约 40 个，进行验证试验，部分分析结果见表 7。

表 7 腐植酸复合肥料产品活化腐植酸含量测定结果

序号	样品名称	活化棕 黑腐植 酸 HA _B %	活化黄 腐植 酸 FA%	HA _a %	序号	样品名称	活化棕 黑腐植 酸 BA%	活化 黄腐 植 酸 FA%	HA%
1	15-22-8/45	0.94	0.27	1.21	23	16-12-20H/48	0.95	0.10	1.05
2	18-12-15/45	1.21	0.17	1.38	24	17-17-17H/51	0.67	0.26	0.93
3	16-20-20/56	0.50	0.13	0.63	25	16-9-20WH/45	1.99	0.10	2.09
4	16-6-23/45	0.97	0.25	1.22	26	12-5-8S/25	4.37	1.65	6.02
5	18-18-18/54	0.53	0.15	0.68	27	40	1.10	0.32	1.42
6	16-12-20/48	0.95	0.10	1.05	28	42	2.02	0.34	2.36
7	10-22-5/37	2.63	0.80	3.43	29	45	0.87	0.15	1.02
8	12-8-10/30	2.85	0.79	3.64	30	18-16-16/50	0.56	0.07	0.63
9	18-18-18/54	0.53	0.15	0.68	31	13-18-15/46	0.89	0.12	1.21
10	18-18-18/54	0.53	0.15	0.68	32	26-5-9	2.28	0.44	2.28
11	16-12-20/48	0.95	0.10	1.05	33	15-5-20-S	1.10	0.32	1.42
12	22-11-10/43	1.08	0.22	1.30	34	17-18-5	1.10	0.32	1.42
13	15-8-17S/40	1.10	0.32	1.42	35	14-16-20	1.63	0.14	1.77
14	15-9-20S/44	1.07	0.36	1.43	36	22-18-5	0.97	0.25	1.22
15	18-15-12Cl/45	0.87	0.15	1.02	37	25-14-6/45	1.99	0.10	2.09
16	16-8-18S/42	2.02	0.34	2.36	38	25-0-5/30	3.79	1.26	5.05
17	16-12-20S/48	0.95	0.10	1.05	39	18-12-15/45	1.21	0.17	1.38
18	17-17-17S/51	0.87	0.15	1.02	40	FA-K	42.39	13.81	66.00
19	HAU	16.65	3.34	19.99	41	26-10-10/46	0.91	0.35	1.26
20	15-15-10H/40	1.99	0.10	2.09	42	26-5-7/38	2.20	1.06	3.26
21	15-8-17H/40	2.00	0.19	2.19	43	18-9-18/47	0.88	0.45	1.33
22	16-9-20H/45	1.99	0.10	2.09					

以上述结果表明，本检测方法对于不同级别产品活化腐植酸的检测是准确、可靠的。

3.2 抽提剂 B 处理原煤活化腐植酸溶液的生物刺激作用试验

为验证抽提剂处理所得腐植酸的活性，选择黑龙江桦川泥炭、宝清褐煤、山西灵石风化煤分别进行了活化试剂抽提，所得抽提液经排渣，并检测活化 HA 含量得到活化 HA 供试样品，分别进行了小麦、油菜的发芽率试验，考察其活性。

3.2.1 试验方案

表 8 供试样品处理

供试样品	活化 HA 含量 g/L	试验浓度 ppm	作物品种
泥炭活化 HA 液	30.52	10	济麦 22

褐煤活化 HA 液	33.61	10	济麦 22
风化煤活化 HA 液	28.74	10	济麦 22
泥炭活化 HA 液	30.52	10	油菜新五月
褐煤活化 HA 液	33.61	10	油菜新五月
风化煤活化 HA 液	28.74	10	油菜新五月
泥炭活化 HA 液	30.52	10	晋麦 92
褐煤活化 HA 液	33.61	10	晋麦 92
风化煤活化 HA 液	28.74	10	晋麦 92

表 9 试验方案

处理代号	处理方案	活化 HA 含量 g/L	总 HA 含量 g/L	试验浓度 ppm	发芽率试验 (2015.7.16~8.4)
CK	空白对照	0	0	0	种子经浸泡处理, 加入处理液 20ml, 保持湿度, 恒温培养箱 30±1℃ 生长 7 日后, 测量、计算发芽生长势, 取平均值。
T1	吡啶乙酸	0	0	0	
T2	内蒙褐煤 FA-K	50.38	50.38	10	
T3	泥炭活化 HA 液	30.52	49.22	10	
T4	褐煤活化 HA 液	33.61	56.88	10	
T5	风化煤活化 HA 液	28.74	50.15	10	

3.2.2 试验结果

空白对照为水, 以植物生长刺激素吡啶乙酸和黄腐酸为对比, 考察活化剂抽提液对小麦和油菜发芽率的影响。与对照相比, 施用黄腐酸小麦和油菜的发芽率最高, 吡啶乙酸次之, 泥炭活化 HA 与吡啶乙酸相当, 褐煤活化 HA 刺激性能优于风化煤。泥炭活化 HA 抽提液优于褐煤和风化煤。试验结果见表 10, 表 11。

表 10 不同来源活化 HA 对小麦发芽生长势的影响

	CK	T1	T2	T3	T4	T5
发芽率(%)	66.00	90.13	93.52	84.58	79.15	73.42
平均芽长 (cm)	9.30	12.32	14.63	11.61	10.01	9.67
平均根长 (cm)	7.44	10.97	12.36	9.18	8.18	7.88
平均根数 (个)	3.05	4.45	5.13	4.28	4.03	3.75
平均叶片数 (个)	0.98	1.94	2.12	1.31	1.06	1.17

表 11 不同来源活化 HA 对油菜发芽生长势的影响

	CK	T1	T2	T3	T4	T5
发芽率(%)	73.21	91.31	94.18	87.24	82.51	79.47
平均芽长 (cm)	8.24	10.87	11.83	9.58	9.35	8.70
平均根长 (cm)	7.27	10.35	11.20	10.10	9.35	8.30
根颈长(cm)	1.50	2.70	3.10	2.55	2.17	1.93
平均叶片数 (个)	3.8	4.7	5.1	4.8	4.5	4.1

3.3 不同腐植酸含量复合肥料肥效试验结果

3.3.1 不同腐植酸含量的高浓度复合肥料 ($N+P_2O_5+K_2O \geq 40.0\%$) 对小麦产量及肥料利用率的研究结果

3.3.1.1 试验方案

表 12 试验布点

试验单位	试验负责人	试验时间	小麦品种
山东泰安市土肥站	马文丽	2013.10-2014.6	济麦 22
山东肥城市农业局	韩秀香	2013.10-2014.6	山农 15
江苏邳州市土肥站	王邦春	2013.10-2014.6	良星 99
江苏省耕保站	李博	2013.10-2014.6	矮抗 58
河南睢县土肥站	褚峰	2013.10-2014.6	豫麦 158
河南永城土肥站	刘道敏	2013.10-2014.6	豫农 416
安徽明光市土肥站	游建秋	2013.10-2014.6	石家庄 8 号
安徽灵璧县土肥站	尚峰	2013.10-2014.6	矮抗 58
河北东光县农业局	刘虎	2013.10-2014.6	郑麦 366
河北沧州土肥站	李仁香	2013.10-2014.6	良星 77

本次试验覆盖小麦主产区的 5 省 10 个县，小麦品种 9 个。

表 13 试验方案

处理代号	处理方案	活化腐植酸 (%)	总腐植酸 (%)	肥料用量 (kg/hm^2)
CK	空白对照	0	0	553.5
T1	普通复合肥料	0	0	675.0
T2	腐植酸复合肥料	0.4	1.0	675.0
T3	腐植酸复合肥料	1.2	2.5	675.0
T4	腐植酸复合肥料	2.2	4.0	675.0
T5	腐植酸复合肥料	3.4	6.0	675.0

空白对照为不施氮肥，磷钾肥正常施用；普通复合肥料与腐植酸复合肥料均为总养分

含量为 44% (N-P₂O₅-K₂O:23-16-5)，且腐植酸复合肥料为不同腐植酸含量的，基肥肥料量占肥料总量 60% (种肥同播)，追肥肥料量占肥料总量 40%，于小麦返青拔节期进行。

3.3.1.2 试验结果

较普通肥料，腐植酸复合肥料小麦增产 6.50%~18.97%，氮肥利用率提高 10.86%~23.88%。随复合肥中腐植酸含量升高，小麦产量及氮肥利用率大致呈升高趋势（图 1，图 2）；而当复合肥料活化腐植酸含量≥1.2%，总腐植酸含量≥2.5%时，增大肥料中活化腐植酸及总腐植酸含量对小麦增产效果及氮肥利用提高效应不显著。

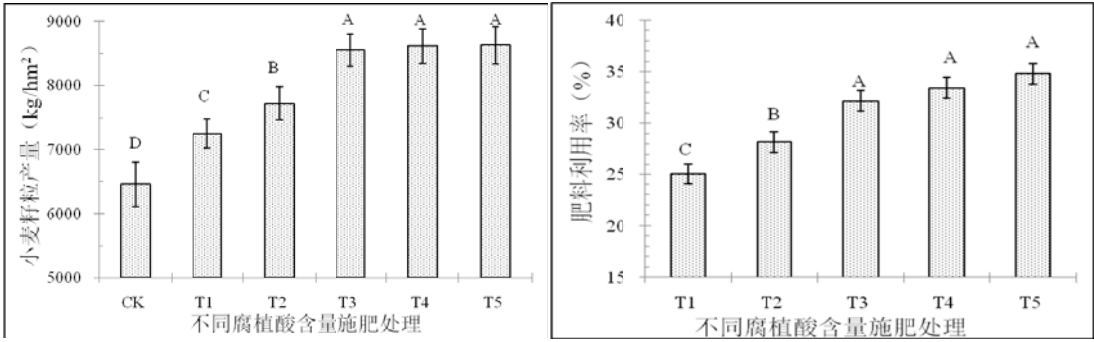


图 1 不同腐植酸含量复合肥料对小麦产量及肥料利用率的影响

注：不同大写字母代表在 0.01 水平上的差异显著，LSRD 检验（下同）

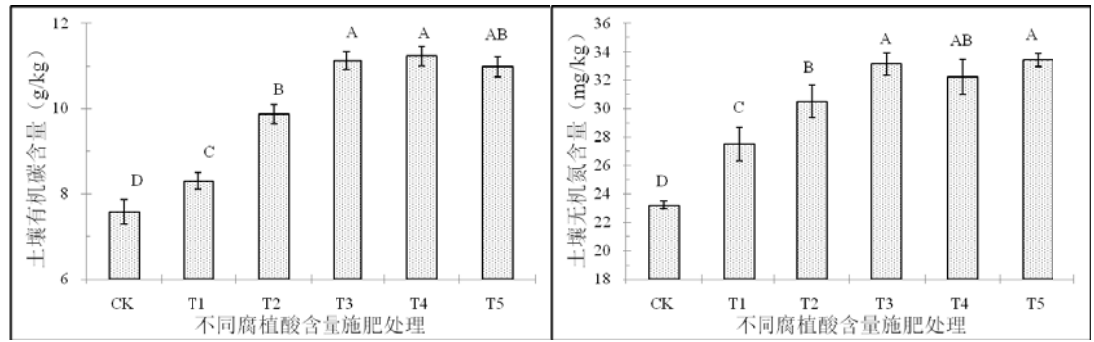


图 2 不同腐植酸含量复合肥料对土壤有机碳及无机氮含量的影响

试验表明，与普通肥料相比，腐植酸复合肥料的土壤有机碳含量提高 18.92%~35.30%，土壤无机氮含量提高 10.91%~21.45%，随复合肥中腐植酸含量升高，大致呈升高趋势（图 2）；而当复合肥料活化腐植酸含量≥1.2%，总腐植酸含量≥2.5%时，增大肥料活化腐植酸及总腐植酸含量对土壤有机碳及无机氮含量的增加幅度不明显。

3.3.2 不同腐植酸含量的高浓度复合肥料 (N+P₂O₅+K₂O≥40.0%) 对玉米产量及肥料利用率的研究结果

3.3.2.1 试验方案

表 14 试验布点

试验单位	试验负责人	试验时间	玉米品种
安徽明光市土肥站	游建秋	2014.6-2014.10	郑单 958
安徽灵璧县土肥站	尚峰	2014.6-2014.10	隆平 206
江苏邳州市土肥站	王邦春	2014.6-2014.9	隆平 206
江苏省耕保站	李博	2014.6-2014.10	鲁单 818

河南睢县土肥站	褚峰	2014.6-2014.10	洛单 668
河南永城土肥站	刘道敏	2014.6-2014.9	浚单 20
山东莒南农业局	孙钦洪	2014.7-2014.10	金海 604
山东邹城市土肥站	罗峰	2014.6-2014.9	登海 605
河北东光县农业局	刘虎	2014.6-2014.10	浚单 20
河北沧州土肥站	李仁香	2014.6-2014.9	郑单 958

本次试验覆盖玉米主产区的 5 省 10 个县，各试验点气候类型各异，涵盖区域广。玉米品种 7 种，试验结果可信度较高。

表 15 试验方案

处理代号	处理方案	活化腐植酸 (%)	总腐植酸 (%)	肥料用量 (kg/hm ²)
CK	空白对照	0	0	570
T1	普通复合肥料	0	0	750
T2	腐植酸复合肥料	0.4	1.0	750
T3	腐植酸复合肥料	1.2	2.5	750
T4	腐植酸复合肥料	2.2	4.0	750
T5	腐植酸复合肥料	3.4	6.0	750

空白对照为不施氮肥，磷、钾肥正常施用；普通复合肥料与腐植酸复合肥料均为总养分含量为 48% (N-P₂O₅-K₂O:25-15-8)，但腐植酸复合肥料的腐植酸含量是不同的。

3.3.2.2 试验结果

较普通肥料，腐植酸复合料均能显著提高玉米产量及氮肥利用率。总养分含量一定时，不同腐植酸含量的复合肥料以活化腐植酸含量为 1.2%，总腐植酸含量为 2.5%的产量效果及氮肥利用率较佳，增大肥料活化腐植酸及总腐植酸含量的增产效果及氮肥利用提高效应与其差异不显著（图 3）。

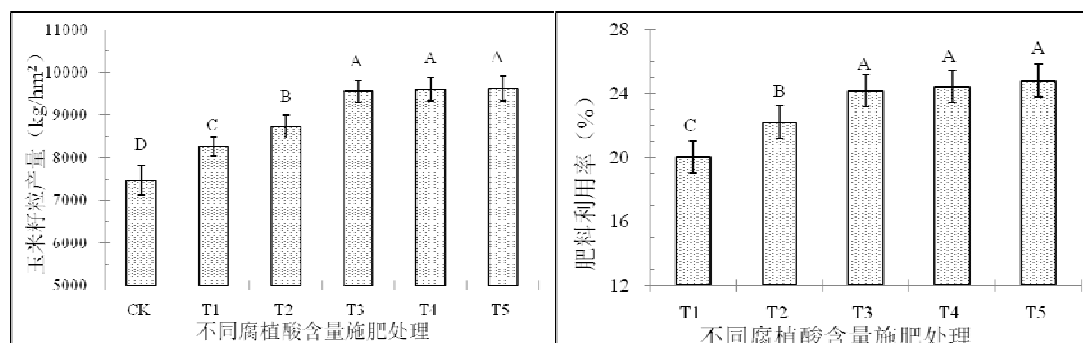


图 3 不同腐植酸含量复合肥对玉米产量及肥料利用率的影响

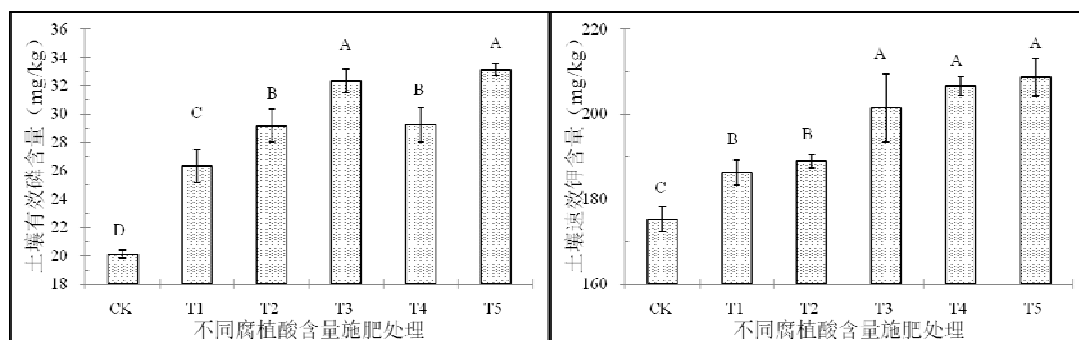


图 4 不同腐植酸含量复合肥对土壤有效磷及速效钾含量的影响

试验表明，当复合肥料活化腐植酸含量 $\geq 1.2\%$ ，总腐植酸含量 $\geq 2.5\%$ 时，增大肥料活化腐植酸及总腐植酸含量对土壤有效磷及速效钾含量有明显的提高效果（图 4），与普通肥料相比，其提高土壤有效磷及速效钾含量分别达到 11.01%~13.55%和 6.62%~10.43%。

3.3.3 不同腐植酸含量的中浓度复合肥料（ $N+P_2O_5+K_2O \geq 30.0\%$ ）对苹果产量及品质的研究结果

3.3.3.1 试验方案

表 16 试验布点

试验地点	负责人	试验时间
山东省龙口市石良镇赵家庄	陈宝成	2013.11.16~2014.10.12
威海市环翠区桥头镇碑鲁村	刘磊	2012.11.3~2014.10.7（2 年）
山东省栖霞市亭口镇凤山村	王小英	2013.11.8~2014.10.5
山东平度县祝沟镇清水村	刘芬	2013.10.25~2014.9.27

表 17 试验方案

处理代号	处理方案	活化腐植酸（%）	总腐植酸（%）	肥料用量（kg/株）
CK	空白对照	0	0	—
CF	普通复合肥料	0	0	8.0
HF1	腐植酸复合肥料	1.0	2.5	8.0
HF2	腐植酸复合肥料	2.0	4.5	8.0
HF3	腐植酸复合肥料	3.5	5.5	8.0
HF4	腐植酸复合肥料	5.5	6.0	8.0

本研究共在 4 个地点进行，试验区域均为果树种植大区。

供试苹果树为 10 年树龄红富士苹果树，种植密度为每亩 45 株。供试肥料为普通复合肥料（ $N-P_2O_5-K_2O:12-5-18$ ，不添加腐植酸）和不同腐植酸添加量的腐植酸复合肥料（ $N-P_2O_5-K_2O:12-5-18$ ）。基肥每株施用相应处理的肥料 5 kg；追肥于花芽分化前、果实膨大期每株施用相应处理的肥料 1.5 kg。

3.3.3.2 试验结果

与空白对照及施用普通复合肥料相比，不同含量的腐植酸复合肥料均能显著提高苹果单果重及单株产量，随活化腐植酸及总腐植酸含量的增加，其增产效果不明显，以活化腐

植酸含量为 2.0%，总腐植酸含量为 4.5%的苹果产量较佳（表 18）。

表 18 不同处理苹果产量指标

处理	单果重/（g）	单株个数/（个）	单株产量/（kg）	产量/（kg·hm ⁻² ）
CK	155.56 c	266.3 c	41.43 c	27962.3 c
CF	157.11 bc	268.6 bc	42.20bc	28485.0 b
HF1	164.00 b	272.6 a	44.71b	30178.5 b
HF2	170.22 a	277.7 ab	47.27 a	31866.1 a
HF3	168.44 ab	275.0 a	46.32 a	31267.1 a
HF4	170.12 a	267.7 ab	45.52 ab	30727.5 a

注：在同一列中的数字为平均值，尾部标有不同的字母表示它们之间差异显著（ $p<0.05$ ）

从苹果品质方面看，施用腐植酸复合肥料较普通复合肥料能提高苹果总糖含量，降低可滴定酸含量，也即能提高苹果的糖酸比，且提高效果均达到显著性水平。不同腐植酸含量的复合肥料以活化腐植酸含量为 2.0%，总腐植酸含量为 4.5%的糖酸比较高，再增加活化及总腐植酸含量对苹果糖酸比的影响与其无显著差异（表 19）。

表 19 不同处理苹果品质指标

处理	硬度/(kg·cm ⁻²)	可溶性固形物/%	总糖含量/(mg·g ⁻¹)	可滴定酸含量/%
CK	8.7 a	16.4 a	8.69bc	0.31 a
CF	7.8 ab	15.4 ab	8.72 b	0.31 a
HF1	7.7 ab	15.3 ab	8.96 ab	0.33 a
HF2	8.4 a	16.2 a	9.56 a	0.28 ab
HF3	8.3 a	15.4 ab	8.46 ab	0.32 a
HF4	8.2a	15.8 ab	8.96 ab	0.33 a

3.3.4 不同腐植酸含量的中浓度复合肥料（N+P₂O₅+K₂O≥30.0%）对花生产量及品质的研究结果

3.3.4.1 试验方案

表 20 试验方案

处理代号	处理方案	活化腐植酸（%）	总腐植酸（%）	肥料用量（kg/亩）
CK	空白对照	0	0	
TF1	普通复合肥料	0	0	50
TF2	腐植酸复合肥料	1.0	2.5	50
TF3	腐植酸复合肥料	2.0	4.5	50
TF4	腐植酸复合肥料	3.5	5.5	50
TF5	腐植酸复合肥料	5.5	6.0	50

供试花生品种为白沙 1016，供试肥料为普通复合肥料（N-P₂O₅-K₂O:13-15-9，未添加腐植酸类物质）和不同腐植酸添加量的腐植酸复合肥料（N-P₂O₅-K₂O:13-15-9）。花生平作，平均行距 35 cm，穴距 30 cm，每穴 2 粒种子。

表 21 试验布点

试验地点	负责人	试验时间
山东省莒南县坊前镇相邸后村	史春余	2014.4.25~2015.9.13(2 年)
山东省沂南县孙祖镇乔家庄村	万勇善	2014.4.21~2015.9.9 (2 年)
山东省新泰市石莱镇朱家庄村	何永胜	2014.5.1~2014.9.11
山东省潍坊市潍坊市南流镇后曹村	张宇鹏	2014.4.18~2014.9.1

3.3.4.2 试验结果

试验表明，施用腐植酸复合肥料有利于花生的生长，最主要是能显著增加单株产量，减少烂果、芽果。经计算，单株总果数及百果重分别较普通复合肥料提高 6.03%~9.09%，1.47%~5.76%。而不同腐植酸含量的复合肥料以活化腐植酸含量 2.0%，总腐植酸含量 4.5% 为分水岭，高于此含量的复合肥料单株果数、百果重差异较小，控制烂果、芽果的效果基本相同。

表 22 不同施肥处理对花生生长及产量因子的影响

项目	TF5	TF4	TF3	TF2	TF1	CK
主茎高(cm)	41.3	41.1	42.9	39.6	38.9	33.7
侧枝长(cm)	44.9	44.7	46.8	43.7	42.7	38.9
单株产量(g)	17.3	18.2	19.7	19.6	18.0	16.3
单株饱果(个)	6.8	7.2	7.6	7.6	7.3	6.3
单株芽果(个)	0.1	0.2	0.1	0.1	0.0	0.1
单株烂果(个)	1.0	0.9	1.0	1.0	1.2	1.8
单株总果(个)	12.4	12.1	12.6	12.3	11.6	10.9
百果重(克)	221.3	228.9	229.5	220.2	217.0	216.3
百仁重(克)	97.3	98.7	97.7	98.9	96.9	97.9
出仁率(%)	77.9	77.7	78.0	77.3	77.5	77.5
饱果数率(%)	66.8	68.1	67.1	66.6	66.1	65.0
荚果饱满度(%)	70.4	69.2	68.7	69.2	70.8	68.9
公斤果数(个)	587	578	570	561	566	558

施用腐植酸复合肥料较普通复合肥料能提高花生蛋白质及脂肪的含量，提高幅度分别达到 6.14%~9.33%和 5.67%~10.47%，均达到显著性水平。不同腐植酸含量的复合肥料以活化腐植酸含量为 2.0%，总腐植酸含量为 4.5%的蛋白质及脂肪比较高，再增加活化及总腐植酸含量的复合肥对花生蛋白质及脂肪含量虽稍有升高，但与其无显著差异（图 5）。

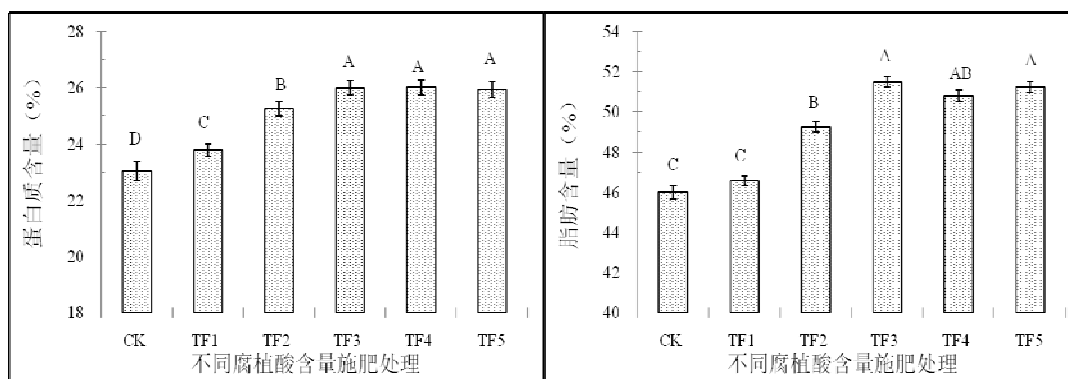


图 5 不同腐植酸含量复合肥对花生品质的影响

3.3.5 不同腐植酸含量的低浓度复合肥料 ($N+P_2O_5+K_2O \geq 25.0\%$) 对油菜产量及品质研究结果

以“华油杂 9 号”型油菜为试验材料, 固定复合肥氮(N):磷(P_2O_5):钾(K_2O)比例为 15-6-8。设置施肥用量 100 kg/亩, 以及种植密度 45 万株/hm², 研究不同腐植酸含量复合肥料 (CK-不施肥对照; SF1-普通复合肥料; SF2-腐植酸复合肥料, 有效腐植酸 1.5%, 总腐植酸 4.5%; SF3-腐植酸复合肥料, 有效腐植酸 3.0%, 总腐植酸 6.0%; SF4-腐植酸复合肥料, 有效腐植酸 4.5%, 总腐植酸 7.0%; SF5-腐植酸复合肥料, 有效腐植酸 6%, 总腐植酸 8.5%) 对油菜产量及品质的影响。

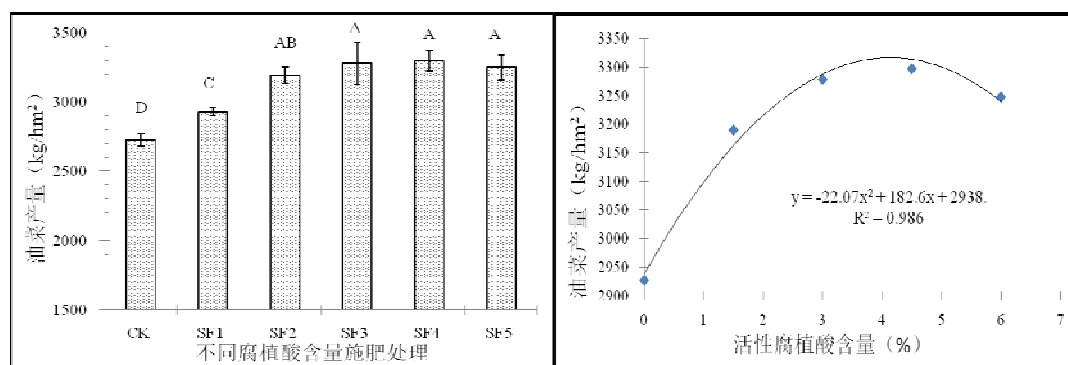


图 6 不同腐植酸含量复合肥对油菜产量的影响

试验表明, 腐植酸复合肥料较普通复合肥的油菜产量显著提高, 提高幅度为 8.99%~12.69%, 不同腐植酸含量的复合肥以活化腐植酸含量 $\geq 3.0\%$, 总腐植酸含量 $\geq 6.0\%$ 的产量相对较高。将不同腐植酸含量的复合肥与油菜产量进行函数模拟, 得到类似抛物线的曲线, 即总养分含量一定时, 当活化腐植酸含量 $\geq 3.0\%$ 后, 再提高复合肥料中的腐植酸含量对油菜产量增产效果不明显(图 6)。

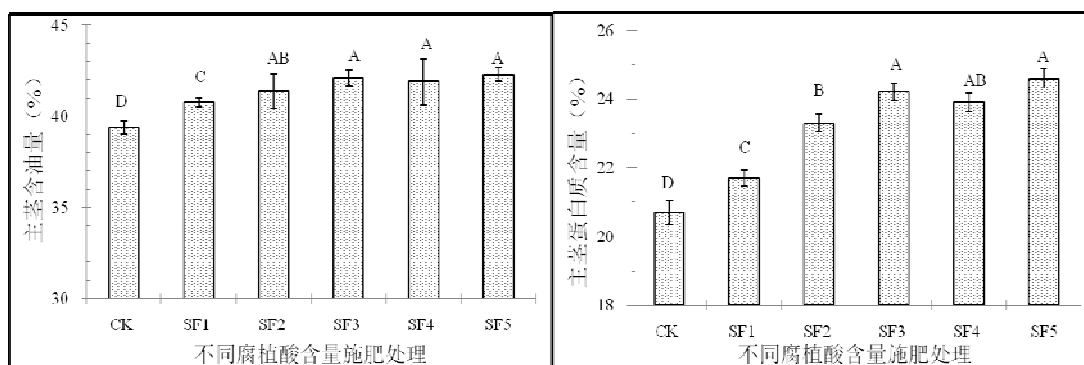


图 7 不同腐植酸含量复合肥对油菜产量的影响

从油菜品质方面看, 与普通复合肥料相比, 腐植酸复合肥料能显著提高油菜主茎含油

量及蛋白质含量，提高幅度分别达到 2.47%~4.67%和 7.37%~13.36%。不同腐植酸含量的复合肥料以活化腐植酸含量 $\geq 3.0\%$ ，总腐植酸含量 $\geq 6.0\%$ 对油菜含油量及蛋白质含量提高幅度较为明显，再增加活化腐植酸及总腐植酸含量的复合肥料对油菜含油量及蛋白质虽含量稍有升高，但效果不明显（图 7）。

四 知识产权

未涉及专利。

五 产业化前景

本标准产品腐植酸复合肥料具有改土增肥、绿色环保的突出特点，因其腐植酸性状与土壤腐殖质的相似性，因此是最为有效的土壤有机质补充来源。腐植酸对于提高化肥利用率、改良土壤、节水节肥、改善农业环境等具有重要意义，有巨大的推广前景。我国目前每年消费化肥 5000 万吨的规模，加入腐植酸可节肥 5%~10%。以 10%计，腐植酸肥料每年有 500 万吨（折纯）的市场预期。随着我国一带一路的发展，还将会迎来更为广泛的应用。因此该产品具有良好的发展前景。

六 文献检索情况

编制本标准前详细查阅了国内外标准发布部门，至标准编制之日尚未发现与计划编制标准相类同或相似标准。

七 其他标准检索到的关系

至标准编制之日尚未发现与计划编制标准相类同或相似的国家标准。本标准发布实施后，将达到国内领先水平。

八 与有关的现行法律、法规和强制性国家标准的关系

至标准编制之日尚未发现与计划编制标准相冲突的现行法律、法规和强制性国家标准。

九 重大分歧意见的处理经过和依据

目前无重大分歧意见。

十 标准属性

《腐植酸复合肥料》化工行业标准属于推荐性行业标准。

十一 贯彻国家标准的要求和措施建议

为了贯彻好本标准，使其有效发挥作用，建议在标准发布后，在全国化肥行业进行宣传与贯彻，并组织有关部门进行学习和培训。

建议政府管理部门将该产品标准作为对腐植酸复合肥的正常生产和相关部门对腐植酸复合肥的检验和验收参考依据，以使《腐植酸复合肥料》产品标准促进腐植酸行业的有序快速发展。

十二 废止现行有关标准的建议

无需废止现行标准。

十三 其他应予说明的事项

无。