

# 分时收集条件下稻秸理化性状变化初步研究

杨一帆<sup>1,2</sup>, 叶小梅<sup>2</sup>, 常志州<sup>2</sup>, 奚永兰<sup>2</sup>, 熊慧欣<sup>1</sup>

(1. 扬州大学环境科学与工程学院, 扬州 225127; 2. 江苏省农业科学院农业资源与环境研究所, 南京 210014)

**摘 要:** 以高茬(留茬高度 50~60 cm)秸秆为对象, 每间隔 7 d 采集秸秆样品一次, 分析自然状态下留茬稻秸理化性状变化(含水率、热值及作物养分大、中微量元素含量等), 同时记录气象资料(如雨日、雨量等), 旨在为秸秆分时收集、秸秆热解或直燃能源化利用提供基础数据。结果表明, 在温度较高、降雨较多季节, 稻秸中钾、钙等营养元素被淋洗、秸秆灰分减少, 含水率变化不大, 热值、有机物质等损失较少, 相关分析表明秸秆含水率与土壤含水量、空气湿度、风速等多重因素有关。初步结论: 采用秸秆分时收集, 可使秸秆中钾、钙等养分资源归还农田、降低秸秆灰分含量, 且不影响秸秆热值。

**关键词:** 秸秆; 高茬; 含水率; 热值

**中图分类号:** S511; S512 **文献标识码:** A

## 0 引 言

秸秆能源化是秸秆利用的重要途径, 目前, 秸秆能源化利用主要有秸秆直燃发电、秸秆成型燃料、秸秆气化、秸秆液化等技术, 秸秆能源化利用不仅为秸秆禁烧提供有效技术途径, 同时可解决我国的能源资源短缺问题<sup>[1-3]</sup>。

秸秆能源化利用也面临着众多问题, 例如新收秸秆含水率高, 易腐烂变质, 降低秸秆热值, 同时影响收集效率<sup>[4,5]</sup>。此外, 秸秆内含有一定量的钾钙钠镁, 在秸秆能源化利用的过程中, 这些元素未能得到再利用。同时, 直燃发电或热解利用时, 会因大量灰分物质与焦油一起形成结壳, 降低锅炉效率与堵塞管道等<sup>[6]</sup>。

国内外都有研究表明在淋洗植物之后, 淋洗液中的养分含量会升高<sup>[7,8]</sup>; 还有研究发现, 森林的林内降雨, 矿物养分含量要高于林外降雨<sup>[9]</sup>; 另外有学者对农作物进行研究, 发现作物冠层的氮磷等元素也会受到雨水的淋溶<sup>[10-13]</sup>。由此设想秸秆内部分养分也会随着降雨回流到田中, 一方面可使秸秆中部分矿质养分归还农田, 另一方面可降低秸秆中灰分含量, 减少后续直燃或热解中锅炉结壳等问题。为此本文以高茬秸秆为研究对象, 观察秸秆含水率、

理化性状等变化, 以期能为秸秆分时分段收集提供基础数据与理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地点概况

试验地点位于江苏省南京市六合区竹镇镇八里社区。竹镇属于温带季风气候, 全年降水量约 941.6 mm, 平均气温 15.6 °C, 最高气温 36 °C, 最低气温 -8.2 °C, 无霜期 254 d, 光照约 1973 h。

该地区土壤类型主要为马肝土, 土壤有机质含量为 18.0 g/kg, 全氮 1.2 g/kg, 碱解氮 99.0 mg/kg, 速效磷 6.2 mg/kg, 有效磷 11.7 mg/kg, 速效钾 80 mg/kg, pH 值约为 6.5<sup>[14]</sup>。

### 1.2 试验方法

试验于 2015 年 10 月中旬, 选用当地一农户粳稻田。试验田为矩形, 面积约 1200 m<sup>2</sup>, 地形平坦, 土壤均匀。采用人工收获的方式, 只收获稻穗部分, 留高茬于田中, 每 7 d 采样一次, 测量秸秆内的碳、氮、钾等元素含量; 每 3 d 采样一次测定秸秆含水率, 同时采集农田中的非根际土壤, 用梅花形布点法, 土钻法采样, 采样深度为 5 cm。

秸秆采用随机取样, 采集水稻秸秆地面以上的

所有部分,对鲜样进行称重,接着在 105 ℃下杀青 1 h,然后置于 65 ℃烘箱中烘至恒重,待温度降至室温后,再称取干重。将样品粉碎过筛,取部分备用。

### 1.3 取样方法

总固体物(TS):105 ℃烘 24 h,差重法测定;挥发性固体物(VS):550 ℃灼烧 4 h,差重法测定;有机碳、有机质:稀释热法;全氮:H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>消煮,凯氏定氮法;全磷:H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>消煮,钼锑抗比色法;全钾:H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>消煮,火焰光度计法;三素(纤维素、半纤维素、木质素):范氏法(Van Soest);镁:HNO<sub>3</sub>-HClO<sub>4</sub>消煮,电感耦合等离子体质谱(ICP-MS);钙:浓 HNO<sub>3</sub>-HClO<sub>4</sub>消煮,原子吸收法;热值:氧弹量热仪。

表层 10 cm 土壤含水量采用差重法测定;20 cm 及 40 cm 处土壤含水量和气象数据通过使用农业部自动气象站对天气状况进行实时监测。

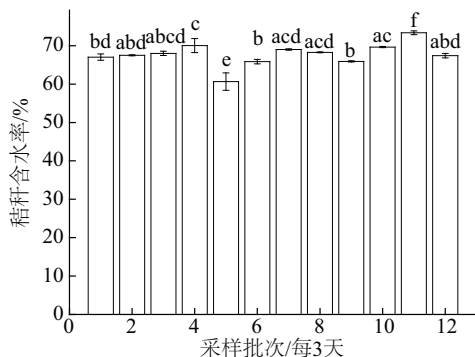
### 1.4 数据分析方法

对于表层 5 cm 处土壤含水率,采用多个点的平均值,气象数据则采用每次采样前 3 天数据的平均值,利用 SPSS 对不同批次秸秆间的差异进项显著性分析,同时对秸秆含水率与气象数据等进行相关性分析,并用 Origin 作图。

## 2 结果与讨论

### 2.1 秸秆含水率变化

图 1 为秸秆含水率变化图,由图 1 可知在第 15 天采集的秸秆含水率最低,为 59.07%;第 33 天秸秆含水率最高,为 73.71%。除了这 2 批秸秆含水率有较大变化,试验期间秸秆的含水率基本稳定在



注:图中 a、b、c、d、e、f 表示不同采样时期样本间水分含量差异显著性( $p<0.5$ )

图 1 秸秆含水率变化

Fig. 1 Varieties of straw's moisture content

65%~70%之间,不同批次秸秆间含水率无显著差异。

对秸秆含水率最可能造成直接影响的是来自于秸秆外部的水,如降雨和土壤的水以及空气相对湿度。将土壤不同层次含水量以及气象要素对秸秆含水率进行相关分析得到表 1。

表 1 土壤含水量、气象因子与秸秆含水率相关性分析

Table 1 Results of relevant analysis between meteorological factors and moisture content of straw

项目	Pearson 相关性	显著性
降雨量	0.306	0.334
10 cm 土壤含水率	0.041	0.900
20 cm 土壤含水率	0.515	0.087
40 cm 土壤含水率	0.461	0.131
风速	0.285	0.370
温度	0.091	0.779
空气湿度	0.572	0.235
光合有效辐射	-0.267	0.401
总光合量	-0.267	0.401
总辐射	-0.277	0.384

从表 1 可发现,不同因素对秸秆含水率的影响均未达到显著水平,可见,秸秆含水率变化是多因素的综合作用引起的。Pellizzaro 等<sup>[15]</sup>发现,许多植物含水率不因天气变化而变化,对自身含水率有着一定的自我调节能力,本实验对象为新收秸秆,结构基本完整,可能也存在对水分自我调节的能力。

### 2.2 秸秆挥发性固体和有机碳变化

分别用热稀释法和差重法对秸秆有机碳和挥发性有机物进行测定,整理数据得到表 2,如表 2 所示,秸秆内有机碳含量基本稳定在 42%,第 2 周的样品有机碳含量最高,达到 43.52%,第 5 周样品的有机碳含量最低,仅 41.07%。从表 2 可看出,秸秆有机碳含量在采样期间内有变化,但变化不显著,这种变化可能是因采样或分析误差所致。秸秆挥发性固体含量略有升高,第 1 周样品挥发性固体最低,为 81.30%,而第 6 周的样品挥发性固体含量最高,也仅有 82.66%,不同样品间差异性不显著。秸秆挥发性固体和有机碳是用不同方法测量的,热稀释法的结果也易受到外界环境的影响,而差重法受影响较小,因而秸秆的有机碳和挥发性固体变化趋

势不同。

表2 秸秆有机碳及挥发性有机物含量变化  
Table 2 Varieties of straw's content of organic carbon and volatile solid

采样时间/d	有机碳/%	挥发性有机物/%
7	43.33±1.96a	81.30±0.36a
14	43.52±1.82a	81.96±0.03a
21	42.46±1.02a	82.17±0.25a
28	41.09±0.82a	82.40±0.13a
35	41.07±0.35a	82.54±0.64a
42	42.75±1.22a	82.66±0.00a

注:a 表示差异显著性( $p<0.5$ )。

### 2.3 秸秆氮磷钾含量的变化

氮磷钾是植物生长最重要营养元素,在植物生长发育过程中起着至关重要的作用,即使在收获期后,依旧在植物体内占较大比重。如表3所示,秸秆全氮含量为6.5 g/kg,随着时间的推移,秸秆的全氮含量有略微升高的趋势,最后接近7.5 g/kg,但不显著,至于含氮量为什么会增加,还有待进一步研究分析其原因。水稻秸秆中全磷含量相对较低(表3),最高全磷含量也不到0.6 g/kg,磷含量随着时间推移先升高后降低,但变化并不显著,最低值在也在0.5 g/kg以上,极差在0.1 g/kg以内。而秸秆中钾的含量,随着时间推移,呈逐渐降低,且前两周钾元素降低的速率较大,然后逐渐平稳。第1周样品的钾元素含量为2.1%,到第6周时,钾元素含量下降至0.9%,差异性显著。

表3 秸秆全氮、全钾及全磷含量变化  
Table 3 Varieties of content of total potassium, total nitrogen and total phosphorus in straw

采样时间/d	全氮/g·kg <sup>-1</sup>	全钾/%	全磷/g·kg <sup>-1</sup>
7	6.57±0.15a	2.09±0.01a	0.54±0.05ab
14	6.53±0.65a	1.57±0.02b	0.57±0.02ab
21	6.78±0.55a	1.25±0.02c	0.58±0.01a
28	6.84±0.51a	1.18±0.00d	0.56±0.02ab
35	6.56±0.45a	1.02±0.03e	0.53±0.00ab
42	7.26±0.14a	0.95±0.02f	0.52±0.03b

注:图中同列字母a、b、c、d、e、f表示不同采样时期样本间养分含量差异显著性( $p<0.5$ )。

磷元素在植物体内大多以核酸、卵磷脂等大

分子形式存在,性质相对稳定,因而不易被雨水淋溶<sup>[15,16]</sup>。

钾在植物体内主要作用是维持渗透压的平衡,因此大多以离子态存在,因而易受淋溶影响<sup>[17]</sup>。许庆方等<sup>[18-21]</sup>对植物进行研究,也发现钾是最易被淋溶的元素之一。

### 2.4 秸秆中钙镁含量变化

钙镁是植物生长发育必需的中量元素,其地位仅次于氮、磷、钾,同时也是灰分的重要组成部分。从表4可看出,秸秆内的镁元素随着时间变化逐渐升高,第1周秸秆的镁元素含量为2.2 g/kg,第5周采集的样品最多,为3.0 g/kg,前2周及后3周镁元素含量差异不显著,第2周镁元素含量和第4周之间有显著差异。秸秆内的钙元素随着时间推移逐渐降低,第1周的样品钙元素含量为3.1 g/kg,到第六周的样品时,该元素含量下降至2.0 g/kg,差异性显著。

表4 秸秆钙、镁含量变化  
Table 4 Varieties of content of calcium and magnesium in straw

采样时间/d	钙/g·kg <sup>-1</sup>	镁/g·kg <sup>-1</sup>
7	3.17±0.12a	2.21±0.11a
14	2.78±0.02b	2.42±0.37a
21	2.64±0.06bc	2.63±0.36ab
28	2.58±0.01c	2.93±0.21b
35	2.13±0.05d	3.01±0.12b
42	2.01±0.05e	2.98±0.16b

注:图中同列字母a、b、c、d、e表示不同采样时期样本间养分含量差异显著性( $p<0.5$ )。

钙元素在植物体大多是以离子态形式存在,容易受到雨水的淋溶作用<sup>[22]</sup>。文献[9,12]的研究也发现钙元素是较易被淋溶的元素之一。

镁元素也是植物体内重要元素之一,它是叶绿素的重要组成成分。有研究发现,钾和镁之间有拮抗作用,可能由于钾的降低增加了秸秆对镁的吸收,因而造成镁的增多<sup>[23]</sup>。在实验中也发现,秸秆很多部位依旧保持绿色,部分秸秆甚至长出新芽,从侧面印证秸秆在适宜的环境下能够继续吸收镁元素。

### 2.5 秸秆热值的变化

热值是反映秸秆能源化利用潜力的重要指标

之一,它表示单位质量(或体积)燃料完全燃烧时所放出的热量。对秸秆的热值进行测量,并计算出秸秆的去灰分热值,整理得到图2。如图2所示,秸秆干重热值基本保持在约14.5 MJ/kg,随着时间推移,秸秆干重热值略微升高,第1周样品干重热值相对较低,仅14.46 MJ/kg,第6周样品热值最高,达到了14.58 MJ/kg,不同批次秸秆干重热值差异不显著。通过灰分含量计算出去灰分热值,不同批次去灰分热值也比较接近,第1周的样品去灰分热值最高,达到17.79 MJ/kg,第3周样品去灰分热值最低,为17.62 MJ/kg,其他采样时间的秸秆去灰分热值基本稳定在17.62~17.66 MJ/kg之间。

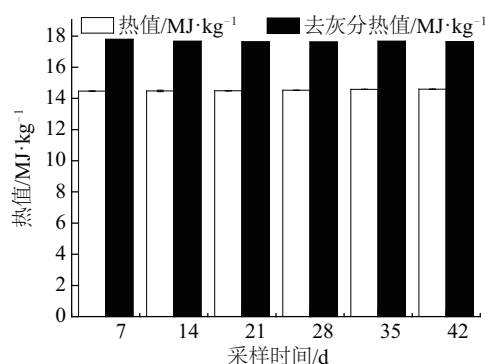


图2 秸秆热值变化

Fig. 2 Varieties of straw's calorific value

灰分也是影响热值的重要因素之一,很多实验发现,灰分和热值呈负相关<sup>[24-26]</sup>。在本实验结果也符合此规律,灰分含量不断降低,秸秆的热值略微升高。

### 3 结 论

本文对高茬秸秆进行分时回收,观察并分析高茬秸秆在自然条件下的理化性质变化,在本文试验条件下,得出以下主要结论:

1)高茬秸秆属于秸秆的一种特殊形态,其结构上较为完整,可能一定程度上保留了完整植株的部分生理特征,短期内对自身含水率可能存在一定调节机制,因此含水率基本保持稳定,分时回收在温度较高、降水较多季节并不能有效解决秸秆高含水率的问题;

2)自然条件下,秸秆内钾钙含量显著降低,但其他成分变化较小,养分回流现象不显著;

3)尽管分时回收无法解决秸秆高含水率的问

题,也无法有效去除秸秆内灰分成分,但其有机组成成分以及热值并无显著变化,故高茬秸秆可作为一种秸秆的保存方式,且在深秋或初冬季节保存时间可长达1~2个月,在保存期间,随着时间延长,秸秆中灰分逐步降低。因此2个月以内,秸秆在土地中保存时间越长越好。

### [参考文献]

- [1] 崔明, 赵立欣, 田宜水, 等. 中国主要农作物秸秆资源能源化利用分析评价[J]. 农业工程学报, 2008, 24(12): 291—296.
- [1] Cui Ming, Zhao Lixin, Tian Yishui, et al. Analysis and evaluation on energy utilization of main crop straw resources in China [J]. Transactions of the CSAE, 2008, 24(12): 291—296.
- [2] 高利伟, 马林, 张卫峰, 等. 中国作物秸秆养分资源数量估算及其利用状况[J]. 农业工程学报, 2009, 25(7): 173—179.
- [2] Gao Liwei, Ma Lin, Zhang Weifeng, et al. Estimation of nutrient resource quantity of crop straw and its utilization situation in China [J]. Transactions of the CSAE, 2009, 25(7): 173—179.
- [3] 霍丽丽, 赵立欣, 姚宗路, 等. 秸秆能源化利用的供应模式研究[J]. 可再生能源, 2016, 34(7): 1072—1078.
- [3] Huo Lili, Zhao Lixin, Yao Zonglu, et al. Study on the mode of straw supply in the energy utilization [J]. Renewable Energy Resource, 2016, 34(7): 1072—1078.
- [4] 范华, 裴彩霞, 董宽虎. 不同保存方法对秸秆营养价值的影响[J]. 中国农学通报, 2007, 23(11): 24—28.
- [4] Fan Hua, Pei Caixia, Dong Kuanhu. Effects of conservation methods on the nutritive value of straws [J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2007, 23(11): 24—28.
- [5] Brand M A, Lacerda S R, Oliveira J D, et al. Storage of caatinga forest biomass to improve the quality of wood for energy [J]. Ciência Rural, 2016, 46(7): 1178—1184.
- [6] 陈明波, 汪玉璋, 杨晓东, 等. 秸秆能源化利用技术综述[J]. 江西农业学报, 2014, 26(12): 66—69.
- [6] Chen Mingbo, Wang Yuzhang, Yang Xiaodong, et al. Summary of straw energy utilization technology [J]. Acta Agriculturae Jiangxi, 2014, 26(12): 66—69.



- [7] Kuoppamäki K, Lehtväärtä S. Mitigating nutrient leaching from green roofs with biochar [J]. *Landscape and Urban Planning*, 2016, 152: 39—48.
- [8] 康根丽, 高 人, 杨玉盛, 等. 米楮次生林内4种植物叶片DOM的数量和质量特征[J]. *亚热带资源与环境学报*, 2014, 9(1): 30—37.
- [8] Kang Genli, Gao Ren, Yang Yusheng, et al. Quantities and qualities of Leaf-leached DOM of four species in a secondary *Castanopsis carlesii* forest [J]. *Journal of Subtropical Resource and Environment*, 2014, 9(1): 30—37.
- [9] 田大伦. 会同广坪林区降雨和杉木林内雨的养分含量[J]. *中南林学院学报*, 2002, 22(3): 9—13.
- [9] Tian Dalun. Nutrient contents in the rainfall inside and outside the stands of Guangping forest zone, Huitong [J]. *Journal of Central South Forestry University*, 2002, 22(3): 9—13.
- [10] 李世清, 吉春容, 范亚宁, 等. 植物冠层氮素淋失研究进展[J]. *中国农业科学*, 2007, 40(12): 2774—2779.
- [10] Li Shiqing, Ji Chunrong, Fan Yaning, et al. Advances in nitrogen loss leached by precipitation from plant canopy [J]. *Scientia Agricultura Sinica*, 2007, 40(12): 2774—2779.
- [11] 吉春容. 降雨对玉米冠层氮素淋洗的研究[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2008.
- [11] Ji Chunrong. Study of rainfall on nutrient leaching from maize canopy [D]. Yangling: Northwest A&F University, 2008.
- [12] 冯宏昭. 降雨对玉米冠层磷素淋洗的研究[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2008.
- [12] Feng Hongzhao. Study of rainfall on phosphorus leaching in maize canopy [D]. Yangling: Northwest A&F University, 2008.
- [13] 王丽梅. 作物冠层氮素淋溶及影响因素研究[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2012.
- [13] Wang Limei. Leaching of nitrogen from above- group parts of maize and wheat and the affecting [D]. Yangling: Northwest A&F University, 2012.
- [14] 徐丽萍, 陈晓梅, 汪吉东, 等. 江苏典型丘陵地区耕地地力评价与改良对策——以南京市六合区为例[J]. *江苏农业科学*, 2012, 40(5): 333—335.
- [14] Xu Liping, Chen Xiaomei, Wang Jidong, et al. The cultivated land fertility evaluation and improvement countermeasures of typical hilly area in Jiangsu Taking Luhe District of Nanjing as an example [J]. *Jiangsu Agricultural Sciences*, 2012, 40(5): 333—335.
- [15] Pellizzaro G, Duce P, Ventura A, et al. Seasonal variations of live moisture content and ignitability in shrubs of the Mediterranean Basin [J]. *International Journal of Wildland Fire*, 2007, 16(5): 633—641.
- [16] 黄 沆, 付崇允, 周德贵, 等. 植物磷吸收的分子机理研究进展[J]. *分子植物育种*, 2008, 6(1): 117—122.
- [16] Huang Hang, Fu Chongyun, Zhou Degui, et al. Progress in research of molecular mechanism of phosphorus absorption in plants [J]. *Molecular Plant Breeding*, 2008, 6(1): 117—122.
- [17] Lynch J P, Beebe S E. Adaptation of beans (*Phaseolus vulgaris* L.) to low phosphorus availability [J]. *Hortscience A Publication of the American Society for Horticultural Science*, 1995, 30(6): 1165—1171.
- [18] 郝艳淑, 姜存仓, 夏 颖, 等. 植物钾的吸收及其调控机制研究进展[J]. *中国农学通报*, 2011, 27(1): 6—10.
- [18] Hao Yanshu, Jiang Cuncang, Xia Ying, et al. A review on the mechanism of potassium uptake and regulation in plants [J]. *Chinese Agricultural Science Bulletin* 2011, 27(1): 6—10.
- [19] 许庆方, 王保平, 董宽虎, 等. 淋雨对苜蓿干草品质的影响[J]. *草地学报*, 2010, 18(6): 848—853.
- [19] Xu Qingfang, Wang Baoping, Dong Kuanhu, et al. Effects of rain on alfalfa hay (*Medicago sativa* L.) [J]. *Acta Agrestia Sinica*, 2010, 18(6): 848—853.
- [20] Mecklenburg R A, Tukey H B, Morgan J V. A mechanism for the leaching of calcium from foliage. [J]. *Plant Physiology*, 1966, 41(4): 610—613.
- [21] Tukey H B, Mecklenburg R A. Leaching of metabolites from foliage and subsequent reabsorption and redistribution of the leachate in plants [J]. *American Journal of Botany*, 1964, 51(7): 737—742.
- [22] Tukey H B. Leaching of metabolites from Above-Ground plant parts and its implications [J]. *Bulletin of the Torrey Botanical Club*, 1966, 93(6): 385—401.
- [23] 叶 盛, 汪东风, 丁凌志, 等. 植物体内钙的存在形式研究进展(综述)[J]. *安徽农业大学学报*, 2000, 27(4): 417—421.
- [23] Ye Sheng, Wang Dongfeng, Ding Lingzhi, et al. The progress of study on existence form of calcium in plants (Summarization) [J]. *Journal of Anhui Agricultural University*, 2000, 27(4): 417—421.
- [24] 汪 洪, 褚天铎. 植物镁素营养的研究进展[J]. *植物*

- 学通报, 1999, 16(3): 245—250.
- [24] Wang Hong, Chu Tianduo. The progress of study on magnesium nutrition in plants [J]. Chinese Bulletin of Botany, 1999, 16(3): 245—250.
- [25] Cassida K A, Muir J P, Hussey M A, et al. Biofuel component concentrations and yields of switch grass in south central U.S. environments [J]. Crop Science, 2005, 45(2): 682—692.
- [26] 高 凯, 朱铁霞, 徐苏铁, 等. 不同生境条件对菊芋块茎的热值、C、N和灰分含量的影响[J]. 作物杂志, 2011, 39(2): 17—19.
- [26] Gao Kai, Zhu Tiexia, Xu Sutie, et al. Effects of different environments on caloric value, C, N and ash contents of *Helianthus tuberosus* L.'s tubers [J]. Crops, 2011, 39(2): 17—19.

## PRELIMINARY STUDY ON VARIETIES OF STRAW'S PROPERTIES UNDER DAYPARTING RECYCLING

Yang Yifan<sup>1,2</sup>, Ye Xiaomei<sup>2</sup>, Chang Zhizhou<sup>2</sup>, Xi Yonglan<sup>2</sup>, Xiong Huixin<sup>1</sup>

(1. College of Environmental Science and Engineering, Yangzhou University, Yangzhou 225127, China;

2. Institute of Agricultural Resources and Environment, Jiangsu Academy of Agricultural Sciences, Nanjing 210014, China)

**Abstract:** In this study, the high stubble rice straw, clipped at 50-60 cm height, was collected weekly to analyze the temporal changes of physical and chemical properties of the straw under natural condition. Meanwhile, the meteorological data (e.g. rain days and rainfall) were also recorded. This study provides the basic data for the straw day-parting collection, aiming to provide technical support for the thermal decomposition or direct combustion for energy-oriented of straws. The experiment results showed that mineral elements such as potassium and calcium were leached out and the ash content was reduced in the seasons with high temperature. However, the moisture content of straws was not significantly changed and the loss of organic matter and calorific value of straws were not significant. Correlation analyses showed that the moisture content of straws was related to various factors such as soil moisture content, air humidity, wind speed. The conclusion was that day-parting collection of straws could recycle potassium, calcium and other elements back into the field and reduce the ash content of straws. Meanwhile, the calorific value of straws would be unaffected via day-parting collection of straws.

**Keywords:** straw; high stubble; moisture content; calorific value