

湖北省蔬菜废弃物资源量估算与分布特征

徐大兵^{1,2} 赵书军^{1,2} 陈云峰^{1,2} 袁家富^{1,2} 刘冬碧^{1,2} 邱正明³ 夏贤格^{1*}

(¹ 农业农村部废弃物肥料化利用重点实验室, 湖北武汉 430064; ² 湖北省农业科学院植保土肥研究所, 湖北武汉 430064; ³ 湖北省农业科学院经济作物研究所, 湖北武汉 430073)

摘要: 通过文献整理和数据分析, 对湖北省蔬菜废弃物资源量进行评估, 并研究其分布特征。结果表明: 2017年湖北省蔬菜废弃物资源量为206万t, 其中有机质164万t, 氮、磷、钾养分量分别为5.12万、2.79万、5.74万t, 占全省化肥用量的4.08%。武汉市蔬菜废弃物资源量最高, 占全省的19.36%。湖北省各地市单位面积蔬菜废弃物资源量平均为1666 kg·hm⁻², 其中有机质和氮、磷、钾总养分平均量分别为1334 kg·hm⁻²和126 kg·hm⁻²。全省地市单位面积蔬菜废弃物资源量以仙桃市和鄂西南较低, 其次是鄂东南和鄂西北, 湖北中部包括江汉平原分布最高。湖北省24个蔬菜监测县市蔬菜废弃物资源量平均为4.22万t, 其中江夏区、黄陂区、新洲区和嘉鱼县较高, 有机质和氮、磷、钾总养分平均量分别达到了3.38万t和3180t。全省各县市单位面积蔬菜废弃物资源量以枣阳市最高, 宣恩县和咸丰县较低。不同种类蔬菜废弃物资源量差异较大, 为2.71万~47.32万t, 其中根茎类蔬菜最高, 其次是甘蓝类和豆类。

关键词: 蔬菜废弃物; 产废系数; 有机质; 养分; 分布

随着蔬菜产业的快速发展, 我国蔬菜的种植面积和总产量持续增长, 截至2016年全国蔬菜播种面积2232.80万hm², 总产量7.98亿t, 比2010年的1899.9万hm²和6.51亿t分别增加了17.52%和22.55% (黄秉信, 2017)。其中山东、河北、河南、四川、湖南和湖北等6省的蔬菜产量占全国总产量的55.79%。在我国蔬菜产量不断增加的同时, 蔬菜废弃物资源量也急剧增加。据统计, 2016年我国蔬菜废弃物资源量达到2.92亿t (韩雪等, 2015), 且具有数量大、品质差、价格低和危害多的污染特点, 如何资源化处理面临着一系列新的问题和严峻的挑战 (孙振钧和孙永明, 2006)。这些蔬菜废弃物主要来源于生长管理、收获、存储和销售过程中产生的无商品价值的植株残体和废弃果实

等 (黄鼎曦等, 2002)。蔬菜废弃物的分布相对集中, 主要产生于蔬菜产区、集散地和加工场所, 蔬菜废弃物中养分含量丰富, 如何科学有效地无害化处理和资源化利用事关蔬菜产业的健康绿色发展和环境保护。

截至2017年底, 湖北省蔬菜废弃物资源量达到206万t, 但是不同的地区和不同蔬菜种类差异较大, 缺乏资源量统计分析的基础数据, 也就无法有效评估蔬菜废弃物资源现状。本文在前人研究基础上结合湖北省蔬菜生产的现状, 主要估算湖北省不同种类蔬菜废弃物资源量和所含的养分资源量, 以及在湖北省的分布特征, 以期为湖北省蔬菜废弃物资源化利用奠定基础。

1 调查方法

1.1 调查范围

针对湖北省内的主要蔬菜种类开展调查, 包括叶菜类 (芹菜、普通白菜和菠菜), 白菜类 (大白菜), 甘蓝类 (结球甘蓝), 根茎类 (萝卜、胡萝卜、生姜和茎瘤芥), 瓜果类 (黄瓜、南瓜和冬瓜), 豆类 (豇豆和菜豆), 茄果类 (茄子、辣椒和番茄), 葱蒜类 (大葱和大蒜), 水生菜类 (莲藕) 和其他蔬菜。

徐大兵, 男, 副研究员, 专业方向: 农业废弃物资源化利用, 蔬菜施肥与土壤保育, E-mail: dabing_xu@163.com

* 通讯作者 (Corresponding author): 夏贤格, 男, 研究员, 专业方向: 农业废弃物资源化利用, E-mail: 13607123150@139.com

收稿日期: 2018-08-27; 接受日期: 2018-10-31

基金项目: 国家重点研发计划项目 (2018YFD0201210), 湖北省蔬菜减肥减药及提质增效技术与示范项目, 湖北省生态循环农业模式构建及关键技术研究示范项目

播种面积和产量数据来源于《湖北农村统计年鉴》和湖北省蔬菜办公室提供的数据。

1.2 湖北省蔬菜废弃物资源量的估算

草谷比法是目前国内比较认可的统计秸秆量的方法,本文产废系数指产地蔬菜的产废系数,具体数值参照韩雪等(2015)的数据,它是根据草谷比公式计算得到,将数据代入以下公式,得到不同蔬菜种类的蔬菜废弃物资源量和蔬菜废弃物氮、磷、钾养分量。蔬菜废弃物中蔬菜产区、集散地和加工场所所占的比例分别为68.11%、27.35%和4.54%(杜鹏祥等,2015)。不同种类蔬菜水分、养分和有机质含量参考前人文章综合而得(樊治成等,2005;刘冬碧等,2011;王丽英等,2014;蔡军,2015;杜鹏祥等,2015;韩雪等,2015)。

$$\text{产废系数} = \frac{\text{单株蔬菜干质量}(\text{kg} \cdot \text{株}^{-1}) \times \text{种植密度}(\text{株} \cdot \text{hm}^{-2})}{\text{蔬菜产量}(\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2})} \times 100\%$$

(杜鹏祥等,2015;韩雪等,2015)

蔬菜产地废弃物资源量(干质量,kg) = $\sum_{i=1}^{10}$ 产废系数 × 产量(kg)

其中 $i=1 \sim 10$, 分别表示叶菜类、白菜类、甘蓝类、根茎类、瓜果类、豆类、茄果类、葱蒜类、水生菜类和其他蔬菜(蔡亚庆等,2011;朱建春等,2012)。

蔬菜废弃物资源量(kg) = 蔬菜产地废弃物资源量(kg) / 68.11%

其中 68.11% 表示蔬菜产地废弃物资源占整个蔬菜废弃物资源的比例。

$$\text{蔬菜废弃物氮/磷/钾养分量}(\text{kg}) = \frac{\text{蔬菜废弃物资源量}(\text{kg}) \times \text{氮/磷/钾养分含量}(\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1})}{1000000(\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1})}$$

$$\text{各地蔬菜废弃物资源量}(\text{kg}) = \frac{\text{全省蔬菜废弃物资源量}(\text{kg})}{\text{全省蔬菜产量}(\text{kg})} \times \text{各地蔬菜产量}(\text{kg})$$

1.3 数据处理

采用 Excel 软件对数据进行整理分析,采用 Arcgis10.2 软件制作蔬菜废弃物资源分布图。

2 结果与分析

2.1 不同年份湖北省蔬菜废弃物资源量

蔬菜种类繁多且品种丰富,导致生物量和产量差异较大,使得蔬菜废弃物资源量难以统计。本文根据韩雪等(2015)的研究结果和相关文献进行数据整理和分析,计算出不同种类蔬菜的产废系数(表

1)。文中蔬菜废弃物的计算只是正常年份蔬菜收获后残留的尾菜,并不包括商品性较差或者因滞销产生的废弃物。蔬菜产区的平均产废系数为 3.96%,蔬菜废弃物平均含水量达到 90.52%,氮、磷、钾养分含量分别达到了 24.23、13.18、25.88 $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$,有机质平均含量达到 569 $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ (表 1)(席旭东等,2010)。此外,蔬菜废弃物固体含量在 8%~19%之间,挥发性固体含量占总固体含量的 80%以上,其中包括 75% 的糖类和半纤维素,9% 的纤维素及 5% 的木质素(Lu et al., 2004)。从图 1 可以看出,近年来湖北省蔬菜产量和蔬菜废弃物资源量均呈现不断增加的趋势,自 2009 年以来,蔬菜产量和废弃物资源量平均以每年 137.10 万 t 和 7.15 万 t 的速度增加,2017 年全省蔬菜产量和废弃物资源量分别达到了 3 953 万 t 和 206 万 t。

自 2009 年以来,湖北省蔬菜废弃物有机质、

表 1 不同种类蔬菜产废系数和废弃物养分含量

种类	产废系数/%	水分/%	氮(N) $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$	磷(P_2O_5) $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$	钾(K_2O) $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$	有机质 $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$
叶菜类	2.30	93.62	34.07	13.88	34.15	569
白菜类	2.30	95.15	29.65	14.90	28.50	601
甘蓝类	9.70	87.10	22.00	20.30	12.90	493
根茎类	4.70	93.70	14.30	9.45	28.90	661
瓜果类	1.70	90.10	31.01	21.29	38.59	699
豆类	7.60	91.30	18.41	4.76	12.90	451
茄果类	2.30	91.51	24.24	16.48	27.22	743
葱蒜类	1.00	90.23	20.00	4.55	25.05	448
水生菜类	4.00	82.00	24.35	12.99	24.73	456
其他蔬菜	3.96	90.52	24.23	13.18	25.88	569

注:其他蔬菜产废系数、水分、氮、磷、钾养分含量按以上蔬菜种类数据的平均值计。

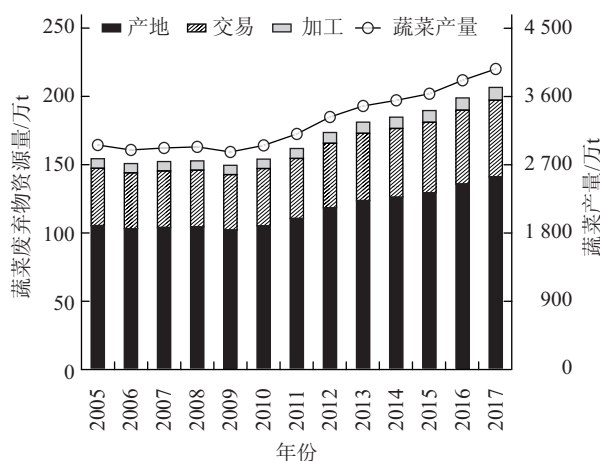


图 1 不同年份湖北省蔬菜产量和废弃物资源量

氮、磷、钾养分资源平均以每年 3 200、100、55、112 t 的速度增加 (图 2)。2017 年全省蔬菜废弃物有机质含量为 164 万 t; 氮、磷、钾养分资源分别达到了 5.12 万、2.79 万、5.74 万 t, 总量达到了 13.65 万 t, 占全省化肥用量的 4.08%。按照全省 2017 年蔬菜种植面积 124.8 万 hm^2 计算, 如果将废弃物资源全部还田, 则相当于每 667 m^2 分别施用 2.74 kg 纯氮、1.49 kg 纯磷、3.07 kg 纯钾和 87.40 kg 有机质。

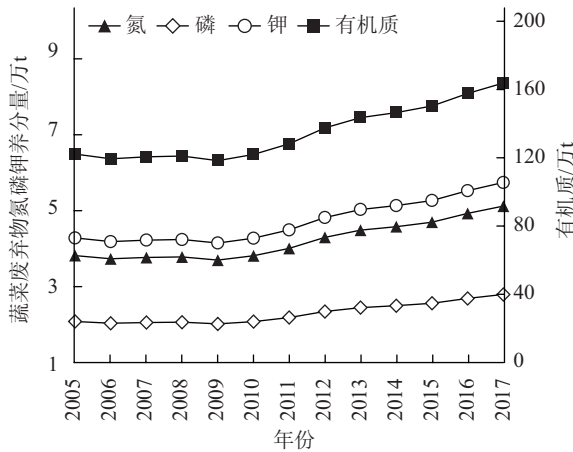


图 2 不同年份湖北省蔬菜废弃物有机质和氮、磷、钾养分量

2.2 湖北省地市蔬菜废弃物资源量和养分资源量及分布特征

表 2 表示 2017 年湖北省地市蔬菜废弃物资源量和养分资源量。其中, 武汉市蔬菜废弃物资源量最高, 占全省的 19.36%; 其次是宜昌市和孝感市, 分别占全省的 11.21% 和 10.21%。蔬菜废弃物中氮、磷、钾总养分量以武汉市最高, 达到了 3.005 万 t, 占全年化肥用量的 39.91% (2017 年湖北省农村统计年鉴)。宜昌市、襄阳市、孝感市、荆州市和黄冈市蔬菜废弃物中氮、磷、钾总养分量分别达到了 1.74 万、1.35 万、1.58 万、1.12 万 t 和 1.14 万 t, 分别占该市全年化肥用量的 4.83%、2.31%、7.91%、3.34% 和 3.38%。除武汉市外, 全省其他地市蔬菜废弃物中氮、磷、钾总养分量占全年化肥用量的比例主要集中在 2.31%~8.12%, 平均占比达到 4.45%。蔬菜废弃物中有机质含量以武汉市最高, 相当于 71.01 万 t 的标准有机肥。宜昌市、襄阳市、孝感市、荆州市、黄冈市、咸宁市和恩施自治州蔬菜废弃物中有机质含量也在 10 万 t 以上, 分别相当于 41.11 万、31.89 万、37.44 万、26.50 万、

26.87 万、22.66 万 t 和 23.62 万 t 商品有机肥有机质含量。

表 2 湖北省地市蔬菜废弃物资源量和养分量 (2017 年)

地点	废弃物资源量/万t	有机质/万t	氮/万t	磷/万t	钾/万t
武汉市	39.91	31.96	1.337	0.547	1.121
黄石市	3.81	3.05	0.128	0.052	0.107
十堰市	8.44	6.76	0.283	0.116	0.237
宜昌市	23.10	18.50	0.774	0.317	0.649
襄阳市	17.92	14.35	0.600	0.246	0.504
鄂州市	5.36	4.29	0.179	0.073	0.151
荆门市	11.11	8.90	0.372	0.152	0.312
孝感市	21.04	16.85	0.705	0.288	0.591
荆州市	14.89	11.92	0.499	0.204	0.418
黄冈市	15.10	12.09	0.506	0.207	0.424
咸宁市	12.73	10.20	0.427	0.174	0.358
随州市	8.48	6.79	0.284	0.116	0.238
恩施自治州	13.27	10.63	0.445	0.182	0.373
仙桃市	2.15	1.72	0.072	0.029	0.060
潜江市	4.56	3.65	0.153	0.062	0.128
天门市	3.96	3.17	0.133	0.054	0.111
神农架林区	0.25	0.20	0.008	0.003	0.007
平均值	12.12	9.71	0.406	0.166	0.341
标准偏差	9.78	7.83	0.328	0.134	0.275
变异系数/%	80.69	80.64	80.79	80.72	80.65

图 3 为湖北省地市单位面积 (公顷) 蔬菜废弃物资源分布, 以仙桃市和鄂西南蔬菜废弃物资源量较低, 其次是鄂东南和鄂西北, 湖北中部包括江汉平原最高。从图 3-A 可以看出, 单位面积蔬菜废弃物资源量以武汉市、鄂州市和荆门市较高, 分别为 2 266、2 504、2 260 $\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$, 而湖北省平均蔬菜废弃物资源量只有 1 666 $\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$, 相比平均值分别增加了 36.01%、50.30% 和 35.65%。此外, 天门市、潜江市、襄阳市和随州市单位面积蔬菜废弃物资源量也较高, 比全省平均值分别增加了 26.35%、31.52%、28.81% 和 28.99%。湖北省蔬菜废弃物有机质平均含量为 1 334 $\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$, 天门市、孝感市、宜昌市、武汉市、潜江市、荆门市、襄阳市、鄂州市、随州市分别为 1 685、1 563、1 398、1 815、1 754、1 810、1 719、2 006、1721 $\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$, 比全省平均值分别增加了 26.31%、17.17%、4.80%、36.06%、31.48%、35.68%、28.86%、50.37% 和 29.01% (图 3-B)。就氮、磷、钾总养分量而言, 武汉市、宜昌市、襄阳市、鄂州市、荆门市、孝感市、随州市、潜江市和天门市分别为 171、131、162、

189、170、147、162、165、158 $\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ ，比湖北省平均含量（126 $\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ ）分别增加了 35.46%、4.33%、28.26%、49.68%、35.06%、16.68%、28.42%、30.91% 和 25.78%（图 3-C）。

由计算公式可以看出，影响蔬菜废弃物资源量的主要因素包括产废系数和蔬菜产量。从湖北省蔬菜种植结构来看，叶菜类、白菜类、甘蓝类、根茎

类、瓜果类、豆类、茄果类、葱蒜类、水生菜类和其他蔬菜产量分别占比 13.29%、18.42%、5.85%、17.35%、11.86%、7.10%、10.74%、4.67%、6.74% 和 3.98%，本文中各地市蔬菜种植结构均按照这一比例计算。因此可以看出，不同地市蔬菜废弃物资源量差异主要是蔬菜产量不同所致。而单位面积蔬菜废弃物资源量则与蔬菜产量和种植面积有关，即

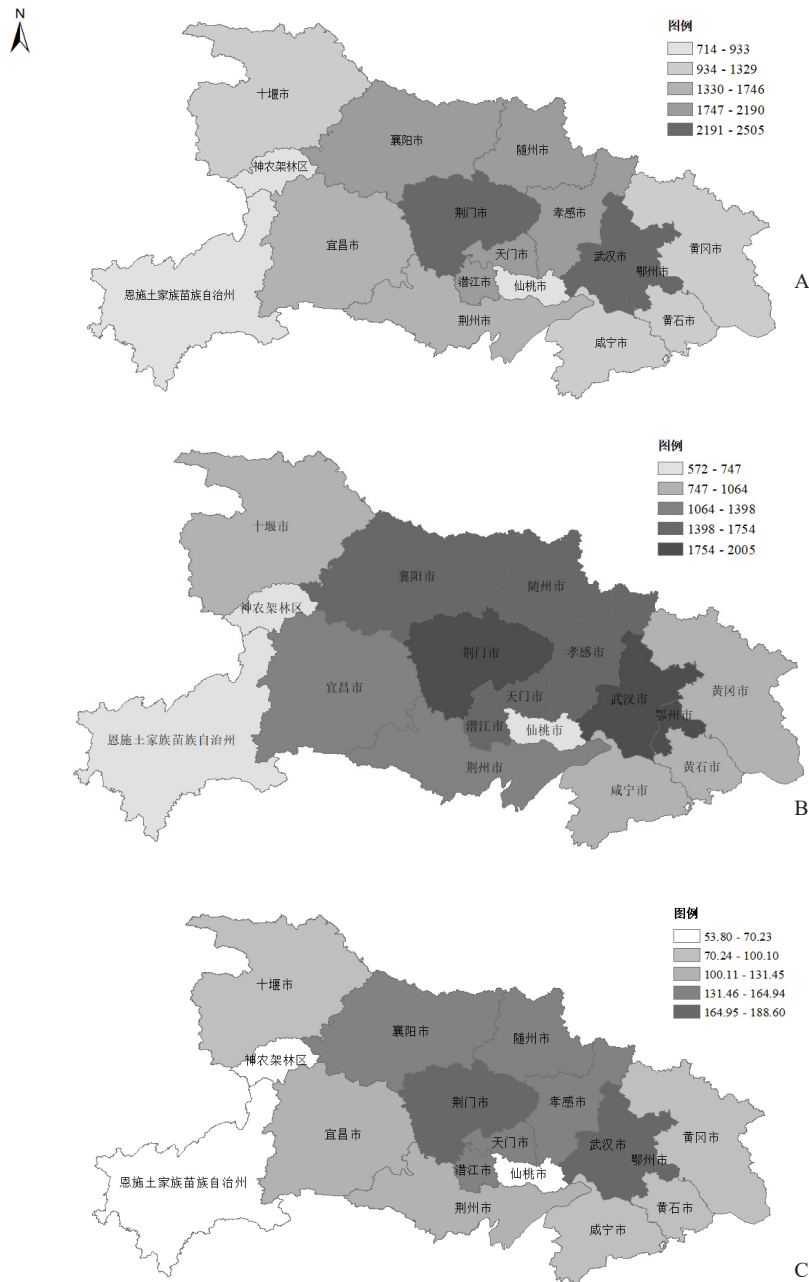


图 3 湖北省地市单位面积（公顷）蔬菜废弃物资源分布

A, 蔬菜废弃物资源量; B, 有机质总量; C, 氮、磷、钾总养分量; 单位: $\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$; 彩色图版见《中国蔬菜》网站: www.cnveg.org, 下图同。

单位面积蔬菜产量，单位面积产量越高其蔬菜废弃物资源量也越高。

2.3 湖北省 24 个监测县市蔬菜废弃物资源量和养分资源量及分布特征

湖北省 24 个监测县市蔬菜平均产量达到了 82.01 万 t，蔡甸区、江夏区、黄陂区、新洲区、当阳市、钟祥市、云梦县、汉川市、嘉鱼县和广水市均在平均值以上（表 3）。而蔬菜废弃物资源量以江

夏区、黄陂区、新洲区和嘉鱼县较高，均超过了 5 万 t，分别比 24 个监测点平均值（4.22 万 t）增加了 93.86%、187.41%、93.46% 和 47.07%，有机质含量也较高。与 2013 年相比，2017 年 24 个监测县市蔬菜废弃物资源量和有机质含量平均值分别增加了 14.68% 和 14.68%。2017 年全省 24 个监测县市蔬菜废弃物中氮、磷、钾平均总养分量达到了 3 180 t。

图 4 为湖北省县市单位面积（公顷）蔬菜废弃

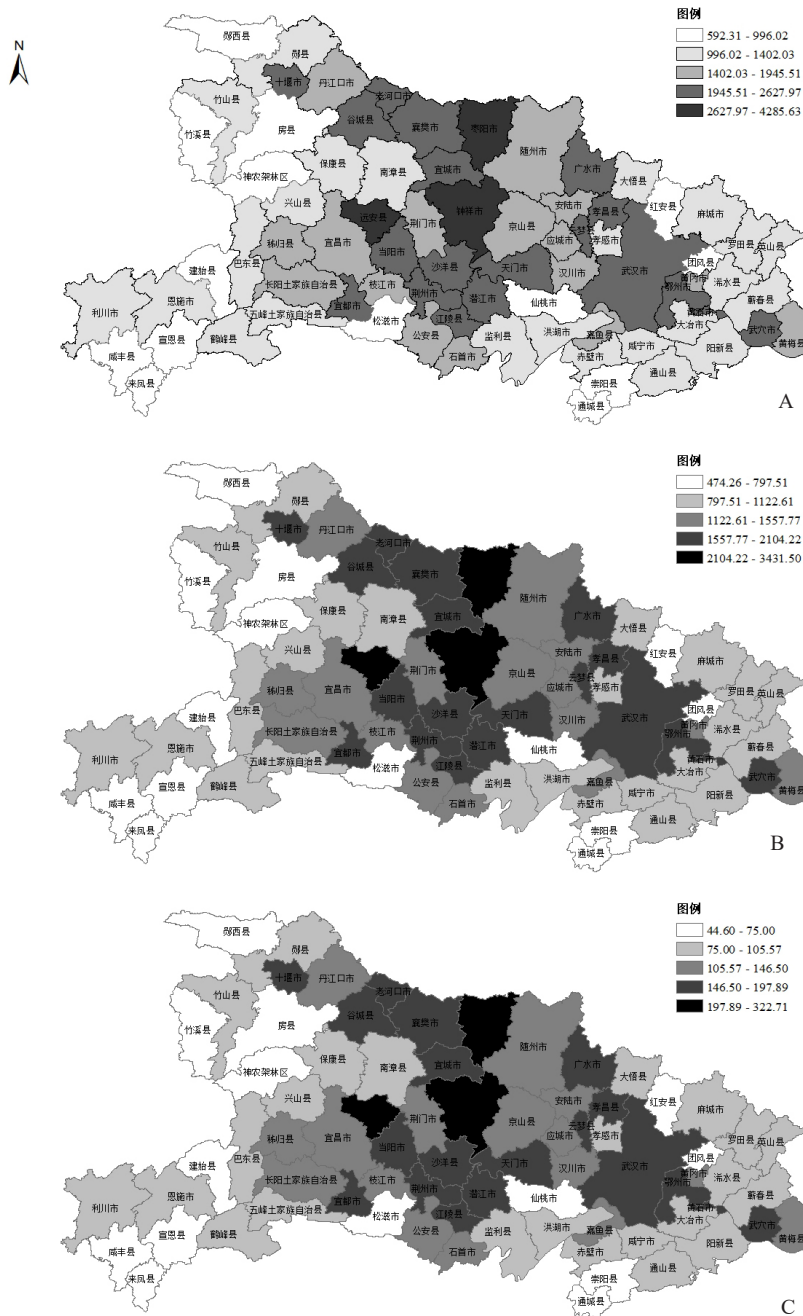


图 4 湖北省县市单位面积（公顷）蔬菜废弃物资源分布

A, 蔬菜废弃物资源量; B, 有机质总量; C, 氮、磷、钾总养分量; 单位: $\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 。

物资源分布情况,可以看出,蔬菜废弃物主要集中在江汉平原等湖北中部地区,鄂西南、西北和东南分布相对较少。在全省所有的县市中,枣阳市单位面积蔬菜废弃物资源量、有机质含量以及氮、磷、钾总养分量均最高,分别达到了42.86、34.32、32.27 t·hm⁻²,均为全省平均值的2.71倍(全省平均值分别为15.81、12.66、11.90 t·hm⁻²)。而宣恩县和咸丰县单位面积蔬菜废弃物资源量较低,分别比全省平均值减少了61.87%和61.93%。

表3 2017年湖北省24个监测县市蔬菜产量和废弃物资源量

地点	产量/万t	废弃物资源量/万t	有机质/万t	氮/万t	磷/万t	钾/万t
蔡甸区	83.04	4.33	3.47	0.145	0.059	0.122
江夏区	156.94	8.18	6.55	0.274	0.112	0.230
黄陂区	232.68	12.13	9.71	0.406	0.166	0.341
新洲区	156.63	8.16	6.54	0.274	0.112	0.229
长阳县	64.21	3.35	2.68	0.112	0.046	0.094
当阳市	93.60	4.88	3.91	0.163	0.067	0.137
老河口市	58.62	3.06	2.45	0.102	0.042	0.086
枣阳市	52.21	2.72	2.18	0.091	0.037	0.076
京山县	41.14	2.14	1.72	0.072	0.029	0.060
钟祥市	86.57	4.51	3.61	0.151	0.062	0.127
孝南区	63.34	3.30	2.64	0.111	0.045	0.093
云梦县	85.38	4.45	3.56	0.149	0.061	0.125
应城市	63.42	3.31	2.65	0.111	0.045	0.093
汉川市	86.25	4.50	3.60	0.151	0.062	0.126
荆州区	63.44	3.31	2.65	0.111	0.045	0.093
石首市	33.85	1.76	1.41	0.059	0.024	0.050
麻城市	51.71	2.70	2.16	0.090	0.037	0.076
咸安区	27.17	1.42	1.13	0.047	0.019	0.040
嘉鱼县	119.06	6.21	4.97	0.208	0.085	0.174
赤壁市	51.55	2.69	2.15	0.090	0.037	0.076
随县	47.42	2.47	1.98	0.083	0.034	0.069
广水市	87.16	4.54	3.64	0.152	0.062	0.128
恩施市	62.12	3.24	2.59	0.108	0.044	0.091
利川市	76.72	4.00	3.20	0.134	0.055	0.112
平均值	82.01	4.22	3.38	0.141	0.058	0.119
标准偏差	46.01	2.40	1.92	0.080	0.033	0.067
变异系数/%	56.10	56.87	56.80	56.74	56.90	56.30

2.4 不同种类蔬菜废弃物资源量

从表4可以看出,不同种类蔬菜废弃物资源量差异较大,为2.71万~47.32万t,变异系数达到177.74%,而蔬菜废弃物中有机质含量的变异系数只有67.59%。根茎类、甘蓝类、豆类、白菜类蔬菜废弃物资源量较高,分别比平均值增加了128.05%、58.75%、50.99%和18.51%。根茎类、

甘蓝类、白菜类、叶菜类蔬菜废弃物中氮、磷、钾总养分量分别为2.49万、1.82万、1.80万、1.46万t。单位面积蔬菜废弃物资源量以甘蓝类最高,其次是豆类、根茎类、水生菜类和白菜类,分别为4.48、3.20、2.32、2.11、1.07 t·hm⁻²,有机质分别为2.21、1.44、1.54、0.96、0.64 t·hm⁻²,而氮、磷、钾总养分量分别为247.38、115.25、122.30、130.69、77.93 kg·hm⁻²。

表4 2017年湖北省不同种类蔬菜废弃物资源量

种类	废弃物资源量/万t	有机质/万t	氮/万t	磷/万t	钾/万t
叶菜类	17.74	10.09	0.604	0.246	0.606
白菜类	24.59	14.78	0.729	0.366	0.701
甘蓝类	32.94	16.24	0.725	0.669	0.425
根茎类	47.32	31.28	0.677	0.447	1.368
瓜果类	11.70	8.18	0.363	0.249	0.452
豆类	31.33	14.13	0.577	0.149	0.404
茄果类	14.34	10.65	0.348	0.236	0.390
葱蒜类	2.71	1.21	0.054	0.012	0.068
水生菜类	15.64	7.13	0.381	0.203	0.387
其他蔬菜	9.14	5.20	0.222	0.121	0.237
平均值	20.75	11.89	0.468	0.270	0.504
标准偏差	13.33	8.22	0.229	0.186	0.350
变异系数/%	177.74	67.59	5.26	3.44	12.25

3 结论

① 2017年湖北省蔬菜废弃物资源量达到了206万t,其中有机质164万t,氮、磷、钾养分量分别为5.12万、2.79万t和5.74万t,占全省化肥用量的4.08%。

② 武汉市蔬菜废弃物资源量为湖北省最高,占全省的19.36%。全省各地市单位面积蔬菜废弃物资源量平均为1666 kg·hm⁻²,其中有机质和氮、磷、钾总养分平均量分别为1334 kg·hm⁻²和126 kg·hm⁻²。全省地市单位面积蔬菜废弃物资源量以仙桃市和鄂西南较低,其次是鄂东南和鄂西北,湖北中部包括江汉平原分布最高。

③ 湖北省24个蔬菜监测县市以江夏区、黄陂区、新洲区和嘉鱼县蔬菜废弃物资源量较高,均超过了5万t,24个监测县市平均废弃物资源量达到了4.22万t,其中有机质和氮、磷、钾总养分平均量分别达到了3.38万t和3180t。全省各县市单位面积蔬菜废弃物资源量以枣阳市最高,而宣恩县和咸丰县较低。

④ 不同种类蔬菜废弃物资源量差异较大, 为 2.71 万~47.32 万 t, 其中根茎类蔬菜最高, 其次是甘蓝类和豆类。

参考文献

- 蔡军. 2015. 茄果类蔬菜废弃物资源养分研究. 北方园艺, (7): 20-23.
- 蔡亚庆, 仇焕广, 徐志刚. 2011. 中国各区域秸秆资源可能资源化利用的潜力分析. 自然资源学报, 26 (10): 1637-1646.
- 杜鹏祥, 韩雪, 高杰云, 陈清, 李彦明. 2015. 我国蔬菜废弃物资源化高效利用潜力分析. 中国蔬菜, (7): 15-20.
- 樊治成, 郭洪芸, 张曙东, 王秀峰. 2005. 大蒜不同品种干物质生产与氮、磷、钾和硫的吸收特性. 植物营养与肥料学报, 11 (2): 248-253.
- 韩雪, 常瑞雪, 杜鹏祥, 李季, 李彦明. 2015. 不同蔬菜种类的产废比例及性状分析. 农业资源与环境学报, 32 (4): 377-382.
- 黄秉信. 2017. 中国农村统计年鉴 2017. 北京: 中国统计出版社.
- 黄鼎曦, 陆文静, 王洪涛. 2002. 农业蔬菜废物处理方法研究进展

- 和探讨. 环境工程学报, 3 (11): 38-42.
- 刘冬碧, 熊桂云, 范先鹏, 杨利, 巴瑞先, 张富林, 余延峰. 2011. 莲藕干物质和氮磷钾养分的累积与分配研究. 植物科学学报, 29 (1): 124-129.
- 孙振钧, 孙永明. 2006. 我国农业废弃物资源化与农村生物质能源利用的现状与发展. 中国农业科技导报, 8 (1): 6-13.
- 王丽英, 吴硕, 张彦才, 李若楠, 陈丽莉. 2014. 蔬菜废弃物堆肥化处理研究进展. 中国蔬菜, (6): 6-12.
- 席旭东, 晋小军, 张俊科. 2010. 蔬菜废弃物快速堆肥方法研究. 中国土壤与肥料, (3): 62-66.
- 朱建春, 李荣华, 杨香云, 张增强, 樊志民. 2012. 近 30 年来中国农作物秸秆资源量的时空分布. 西北农林科技大学学报: 自然科学版, 40 (4): 139-145.
- Lu W J, Wang H T, Nie Y F, Wang Z C, Huang D Y, Qiu X F, Chen J C. 2004. Effect of inoculating flower stalks and vegetable waste with lingo-cellulolytic microorganisms on the composting process. Journal of Environmental Science and Health, 39: 871-887.

Estimation and Distribution Characteristics of Vegetable Waste Resources in Hubei Province

XU Da-bing^{1, 2}, ZHAO Shu-jun^{1, 2}, CHEN Yun-feng^{1, 2}, YUAN Jia-fu^{1, 2}, LIU Dong-bi^{1, 2}, QIU Zheng-ming³, XIA Xian-ge^{1*}

(¹Key Laboratory of Fertilization from Agricultural Wastes, Ministry of Agriculture and Rural Affairs, Wuhan 430064, Hubei, China; ²Institute of Plant Protection and Soil Fertilizer, Hubei Academy of Agricultural Sciences, Wuhan 430064, Hubei, China; ³Institute of Economic Crops, Hubei Academy of Agricultural Sciences, Wuhan 430064, Hubei, China)

Abstract: This paper evaluated the vegetable waste resources of Hubei Province through literature arrangement and data analysis; and studied the distribution characteristics. The results showed that the total quantity of vegetable waste resources in 2017 was 2 060 000 t, including 1 640 000 t organic matter, 51 200 t N, 27 900 t P, and 57 400 t K, accounting for 4.08% of the total quantity of chemical fertilizer in the province. The vegetable waste resources quantity from Wuhan was the highest, accounting for 19.36% of the province. The average quantity of vegetable waste resources from 17 cities of the province reached 1 666 kg·hm⁻², among them the average organic matter and total N, P, K nutrients quantities were 1 334 kg·hm⁻² and 126 kg·hm⁻², respectively. Xiantao City and Southwestern Hubei had the lowest quantity of vegetable waste resources per unit area, followed by the Southeastern and Northwestern Hubei. Vegetable waste distribution in central part of Hubei, including the Jiangnan Plain was the highest. There were 24 vegetable monitoring points and averagely 42 200 t vegetable waste in Hubei Province. The vegetable waste quantities in Jiangxia, Huangpi, Xinzhou Districts and Jiayu County were bigger. The average quantities of organic matter and N, P, K nutrients reached 33 800 t and 3 180 t, respectively. The vegetable waste quantities per unit area in Zaoyang City was the highest, and that in Xuan'en and Xianfeng Counties were lower among all cities and counties of the province. There were big differences in vegetable waste quantity of different vegetable types—about 27 100–473 200 t. Among them, quantity of root vegetables was the highest, followed by cabbage vegetables and legumes.

Key words: Vegetable waste; Product waste coefficient; Organic matter; Nutrient; Distribution