

河北省不同蔬菜种类废弃物资源量、分布特征及肥料化利用潜力分析

段亚军¹ 张惠¹ 吕诗¹ 张玉坤¹ 王小敏¹ 宁国辉¹ 杨志新^{1, 2*}

(¹河北农业大学资源与环境科学学院, 河北保定 071001; ²河北省农田生态环境重点实验室, 河北保定 071001)

摘要: 以河北省 11 个地级市 8 大类主要蔬菜废弃物为研究对象, 利用草谷比估算了河北省不同蔬菜废弃物资源量。结果表明: 2011~2016 年期间河北省蔬菜废弃物资源量平均以每年 4.26 万 t 的速度增加, 2016 年达到了 230.37 万 t。其中, 甘蓝类 (57.87 万 t)、白菜类 (43.42 万 t) 和茄果类 (29.98 万 t) 蔬菜废弃物资源量最高, 比平均值分别增加了 100.98%、50.80%、4.12%, 其次为根茎类、豆类和瓜菜类, 叶菜类和葱蒜类最低。废弃物资源量在各地级市间分布不均衡, 变异系数为 50.57%~82.52%。以唐山市 (40.81 万 t)、石家庄市 (35.17 万 t)、保定市 (29.78 万 t) 和张口市 (27.96 万 t) 蔬菜废弃物资源量最多, 总量占全省的 58.04%。将全省蔬菜废弃物全部进行肥料化, 相当于每 667 m² 农田间接施加纯氮 3.01 kg、纯磷 1.85 kg、纯钾 2.99 kg 和有机质 72.61 kg, 相当于全年化肥用量的 6.68% 和有机肥 299.20 万 t, 其中, 甘蓝类、白菜类和茄果类蔬菜氮磷钾养分量最高, 总量占 8 类蔬菜的 57.73%, 有机质含量根茎类最高。全省蔬菜废弃物资源量在 2011~2016 年期间呈稳定上升趋势, 且不同地区各类蔬菜废弃物资源量和养分量差异突出, 其中, 蔬菜产量和产废系数成为了影响蔬菜废弃物资源量差异高低的重要因素。

关键词: 蔬菜种类; 蔬菜废弃物; 资源量; 分布特征; 肥料化

“菜篮子”工程实施以来, 我国蔬菜产业始终保持着高质量发展的态势。2016 年, 我国蔬菜种植面积为 223 万 hm², 蔬菜产量为 7.98 亿 t, 均居世界首位, 蔬菜是我国第二大种植业, 仅次于粮食种植 (李崇光和包玉泽, 2010; 国家统计局农村社会经济调查司, 2017; 项朝阳等, 2019)。我国蔬菜生产主要集中在黄淮海与环渤海区和长江区, 其中山东、河北、河南、辽宁、江苏、湖北、四川、湖南 8 个省的蔬菜总产量始终占全国总产量的 60% 以上 (纪龙等, 2016)。随着蔬菜种植面积和产量的增加以及人们对蔬菜品质要求的提高, 我国蔬菜

废弃物资源量也在急剧增加, 在我国作物秸秆产量中位于第 4 位 (毕于运等, 2010)。河北省作为京津冀地区的“菜篮子”, 近些年来不断优化蔬菜种植结构, 蔬菜产量平稳上升。根据 2011~2016 年《河北农村统计年鉴》数据, 2016 年河北省蔬菜种植面积达到 124 万 hm², 蔬菜产量为 8 190 万 t, 居全国第 2 位。河北省蔬菜废弃物产生量随之急剧增加, 将其资源化利用显得尤为迫切 (宋玉晶和柴立平, 2018)。

蔬菜废弃物是在生产、流通和加工过程中产生的不具有商品价值的蔬菜残株体和腐烂的叶、果、根等 (黄鼎曦等, 2002; 杨岩, 2015; 张圆圆等, 2020)。相较于大田作物, 蔬菜废弃物含水率高, 营养物质丰富, 更易腐烂和滋生蚊蝇, 影响人居环境; 而蔬菜残株体所含的有害病原菌进入田间后会增加后续作物患病的风险 (李剑, 2011)。目前, 我国通常把蔬菜废弃物随意堆置或与普通生活垃圾一同处理, 但这会造成环境污染与资源浪费 (张修

段亚军, 男, 硕士研究生, 主要从事农业废弃物资源化利用研究, E-mail: duanyj0428@163.com

* 通讯作者 (Corresponding author): 杨志新, 女, 教授, 博士生导师, 主要从事农业废弃物资源化利用与土壤污染防控修复研究, E-mail: yangzhixin@126.com

收稿日期: 2019-12-04; 接受日期: 2020-03-09

基金项目: 河北省重点研发计划项目 (19223811D), 现代农业产业技术体系河北省创新团队建设项目 (HBCT2018030206)

顺, 2019)。为此, 国内外学者针对蔬菜废弃物资源化利用方式进行了大量的研究, 主要集中在肥料化、沼气和饲料化 (Bouallagui et al., 2005; 杨鹏等, 2012; 秦渊渊等, 2018), 而肥料化利用因其具有无害化、适应性强、操作简单等优点受到了许多学者的青睐, 也为蔬菜废弃物规模化利用提供了可能 (张修顺, 2019)。近年来, 我国学者针对不同地区蔬菜废弃物资源量的产生情况及利用潜力开展了大量的研究工作 (何宗均等, 2017; 常小箭等, 2019; 徐大兵等, 2019), 但关于河北省蔬菜废弃物资源量和分布特征的研究鲜见报道, 且明确不同种类蔬菜废弃物的差异特征和不同地区间的分布特征是其肥料化利用的重要前提。因此, 本文通过统计和调研河北省 8 类蔬菜种植面积和产量, 估算不同蔬菜种类废弃物资源量, 探讨其在河北省不同地区间的分布特征及肥料化利用潜力, 以为河北省蔬菜废弃物资源化利用提供重要数据支撑和理论指导。

1 调查方法

1.1 调查范围

2019 年 9~11 月, 以河北省不同蔬菜废弃物为研究对象, 包括河北省所辖的 11 个地级市种植的主要蔬菜种类, 即叶菜类、白菜类、甘蓝类、根茎类、瓜菜类、豆类、茄果类、葱蒜类蔬菜废弃物。

1.2 数据来源

河北省不同蔬菜的种植面积及产量来源于《河北农村统计年鉴》2011~2016 年数据; 蔬菜产废系数来自于本研究调查结果, 并参考相关学者实际测算的数值 (韩雪等, 2015; 徐大兵等, 2019)。

1.3 蔬菜废弃物资源量及其养分产生量的估算方法

草谷比是作物茎秆产量与经济产量的比值, 是目前国内普遍认同的蔬菜废弃物量估算方法 (左旭, 2015), 其中所使用的产废系数由蔬菜单株干质量、种植密度及产量计算而成 (韩雪等, 2015)。

产废系数 = (蔬菜单株干质量 (kg · 株⁻¹) × 种植密度 (株 · hm⁻²)) / (蔬菜产量 (kg · hm⁻²))

蔬菜废弃物资源量 (kg) = 蔬菜产量 (kg) × 蔬菜产废系数

式中, 蔬菜产量是蔬菜的经济产量。

有机质 / 氮 / 磷 / 钾养分量 (kg) = (蔬菜废弃物资源量 (kg) × 有机质 / 氮 / 磷 / 钾养分含量 (mg · kg⁻¹)) / (1 000 000 (mg · kg⁻¹))

1.4 数据统计分析

使用 Excel 2016、Origin 2018 等软件对本试验中统计和调研的数据进行整理、分析。

2 结果与分析

2.1 河北省蔬菜产量及废弃物资源量变化特征

2.1.1 河北省蔬菜产量及废弃物资源量的年际变化特征 2011~2016 年河北省的蔬菜产量及废弃物资源量总体呈上升趋势 (图 1)。自 2011 年以来, 河北省蔬菜产量和废弃物资源量平均以每年 161.81 万 t 和 4.26 万 t 的速度增加, 2016 年蔬菜产量和废弃物资源量分别达到了 8 193.37 万 t 和 230.37 万 t, 比 2011 年分别增加了 10.19% 和 10.96%。在此期间, 2015 年蔬菜产量和废弃物资源量均达到峰值, 分别为 8 244.00 万 t 和 232.90 万 t, 2016 年却略有下降, 这可能与当年的气候、种植面积等因素有关。总体来看, 全省蔬菜废弃物资源量缓慢稳定上升, 与蔬菜产量的变化趋势基本一致。同时, 河北省蔬菜种植结构未发生较大变化, 表明在蔬菜种植结构一致的情况下, 废弃物资源量主要取决于蔬菜产量 (徐大兵等, 2019)。

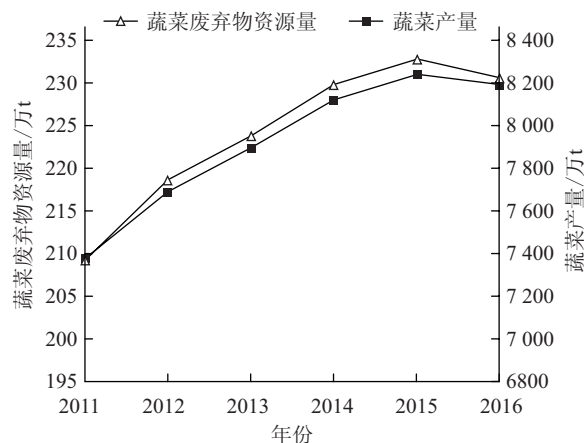


图 1 河北省蔬菜产量及废弃物资源量的变化趋势

2.1.2 河北省蔬菜产量及废弃物资源量在不同种类间的差异特征 河北省蔬菜种类多, 品种各异。不同蔬菜受到气候、地形、降水等因素的影响, 产量和产废系数各不相同, 导致不同种类蔬菜废弃物资

源量也存在较大差异。因此, 本文在 2016 年蔬菜产量统计数据的基础上, 结合调研与前人研究结果, 估算了不同种类蔬菜废弃物资源量 (图 2)。结果表明, 2016 年不同种类蔬菜产量高低表现为: 白菜类 > 茄果类 > 瓜菜类 > 叶菜类 > 葱蒜类 > 甘蓝类 > 根茎类 > 豆类, 分别为 1 888.02 万、1 303.61 万、1 225.49 万、841.26 万、759.49 万、596.63 万、569.42 万、322.97 万 t, 前五类蔬菜产量占比达 80.16%; 不同种类蔬菜废弃物资源量大小顺序为: 甘蓝类 > 白菜类 > 茄果类 > 根茎类 > 豆类 > 瓜菜类 > 叶菜类 > 葱蒜类, 分别为 57.87 万、43.42 万、29.98 万、26.76 万、24.55 万、20.83 万、19.35 万、7.59 万 t, 前五类蔬菜废弃物资源量占比达 79.26%, 表明了不同蔬菜种类的废弃物资源量相差较大。由此可以看出, 8 类蔬菜相比较, 有些蔬菜种类的废弃物资源量与其产量呈现正相关关系, 如白菜类和茄果类蔬菜产量与其产生的废弃物有较为一致的对应关系, 而甘蓝类蔬菜产量比较低, 废弃物资源量却跃居 8 类蔬菜之首, 是总废弃物资源量的 25.12%, 呈现出相反的规律, 根茎类、豆类蔬菜也与甘蓝类相似。瓜菜类和叶菜类蔬菜产量均高于根茎类、豆类蔬菜, 而废弃物资源量却低于二者。因蔬菜废弃物资源量为蔬菜经济产量与产废系数的乘积, 由此可推断产废系数是影响蔬菜废弃物资源量高低的重要因素。同时还发现, 不同蔬菜种类废弃物资源量平均值为 28.80 万 t, 甘蓝类、白菜类和茄果类蔬菜比平均值分别增加了 100.98%、50.80%、4.12%, 而其他 5 类蔬菜均低于平均值, 表明河北省蔬菜废弃物以甘蓝类、白菜类和茄果类为主。

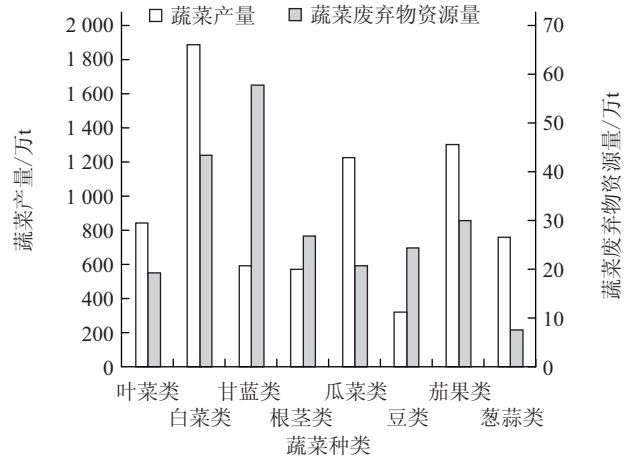


图 2 2016 年河北省不同蔬菜产量和废弃物资源量

2.1.3 河北省蔬菜产量及废弃物资源量在不同地区间的分布特征 以每个地级市为划分单元, 通过计算 8 个蔬菜种类废弃物资源量的变异系数 (CV), 反映蔬菜废弃物资源量的空间变化特征 (表 1)。若 $CV \leq 25\%$ 为地区间均匀分布, $25\% < CV \leq 50\%$ 属于弱异型分布; $50\% < CV \leq 75\%$ 属于异型分布; $CV > 75\%$ 属于强异型分布。从表 1 可以看出, 8 类蔬菜废弃物资源量在各地级市的变异系数差异较大, 地区间分布不均衡。对于甘蓝类、豆类、叶菜类蔬菜, 在各地级市间的变异系数为 75.53%~82.52%, 表现出强异型分布的特点, 表明这 3 类蔬菜废弃物资源量在河北省不同地级市有明显差异; 而白菜类、根茎类、瓜菜类、茄果类、葱蒜类蔬菜的变异系数为 50.57%~71.99%, 表现出异型分布的特点, 表明这 5 种废弃物资源量在地区间有一定的差异性, 但变异程度低于甘蓝类、豆类、叶菜类蔬菜。

表 1 不同种类蔬菜废弃物资源量

地区	叶菜类	白菜类	甘蓝类	根茎类	瓜菜类	豆类	茄果类	葱蒜类	总计
石家庄市	4.97	6.72	7.65	4.01	2.87	3.11	4.68	1.16	35.17
唐山市	2.84	7.30	10.08	2.88	3.85	6.24	6.37	1.25	40.81
秦皇岛市	0.32	3.01	3.28	0.84	0.81	1.13	0.73	0.20	10.32
邯郸市	2.21	2.71	9.13	2.08	1.98	1.08	2.99	1.69	23.88
邢台市	0.58	2.99	1.03	0.67	0.66	0.69	1.94	0.44	9.00
保定市	2.08	6.59	5.43	5.19	1.90	3.53	4.27	0.78	29.78
张家口市	1.96	3.48	12.63	3.40	0.39	4.38	1.48	0.25	27.96
承德市	0.54	3.18	3.63	2.36	1.18	0.66	0.81	0.12	12.49
沧州市	1.00	3.93	0.82	1.01	3.32	0.74	1.85	0.40	13.08
廊坊市	1.25	2.11	2.80	3.55	2.55	1.76	2.96	0.76	17.74
衡水市	1.58	1.41	1.38	0.77	1.30	1.25	1.91	0.54	10.14
变异系数 (CV)/%	75.53	50.57	76.86	62.38	60.35	82.52	64.39	71.99	53.35

为进一步说明各种蔬菜的变异特点,比较了8类蔬菜在不同地区间的废弃物资源量大小。从不同地区各种蔬菜废弃物总资源量来看,唐山市蔬菜废弃物资源量最高,为40.81万t,其次为石家庄市(35.17万t),再次为保定市、张家口市、邯郸市、廊坊市、沧州市、承德市、秦皇岛市、衡水市,最少的为邢台市,仅9.00万t。其中,唐山市、石家庄市、保定市和张家口市蔬菜废弃物资源量总和达到了全省的58.04%,以甘蓝类、白菜类和豆类蔬菜废弃物为主,废弃物资源量表现突出;其次是邯郸市、廊坊市、沧州市、承德市,总和占全省的29.16%,主要是甘蓝类蔬菜废弃物;秦皇岛市、衡水市和邢台市蔬菜废弃物资源量最低,总和仅为全省的12.79%。

从变异系数较大的甘蓝类、豆类、叶菜类3类蔬菜来看,在11个地级市中,张家口市的甘蓝类废弃物资源量最高,为12.63万t,最低的为沧州市,仅为0.82万t;唐山市的豆类废弃物资源量最高,为6.24万t,最低的为承德市,仅为0.66万t;石家庄市的叶菜类废弃物资源量最高,为4.97万t,秦皇岛市最低,仅为0.32万t。可见,不同地区蔬菜废弃物资源量的种类差异较大,可结合本地区废弃物特色有针对性地进行资源化利用。

2.2 蔬菜废弃物肥料化利用潜力分析

2016年河北省蔬菜废弃物总量中氮、磷、钾和有机质含量分别为5.58万、3.43万、5.55万、134.64万t(表2),将其全部进行堆肥还田,相当于每667m²农田施加纯氮3.01kg、纯磷1.85kg、纯钾2.99kg和有机质72.61kg,相当于全年6.68%的化肥用量(参考《河北农村统计年鉴2017》的

表2 2016年河北省不同蔬菜废弃物中的养分量和有机质含量

蔬菜种类	氮/t	磷/t	钾/t	氮磷钾总量/万t	有机质/万t
叶菜类	6 592.17	2 685.63	6 607.65	1.59	11.01
白菜类	12 875.33	6 470.23	12 375.95	3.17	26.10
甘蓝类	12 732.10	11 748.26	7 465.64	3.19	28.53
根茎类	3 827.05	2 529.06	7 734.38	1.41	17.69
瓜菜类	6 460.44	4 435.43	8 039.61	1.89	14.56
豆类	4 518.89	1 168.38	3 166.41	0.89	11.07
茄果类	7 267.86	4 941.19	8 161.36	2.04	22.28
葱蒜类	1 518.98	341.77	1 902.52	0.38	3.40
总量	55 792.82	34 319.95	55 453.52	14.56	134.64

数据,按折纯法计算,下同)和299.20万t有机肥中的有机质(参考NY 525—2002)。

在本项调研的8类蔬菜废弃物中,以甘蓝类、白菜类和茄果类蔬菜养分最高,其氮磷钾总量分别为3.19万、3.17万、2.04万t,三者之和占8类蔬菜废弃物总和的57.73%,相当于当年河北省化肥用量的3.86%;有机质含量分别为28.53万、26.10万、22.28万t,其总和与170.90万t的有机肥中有机质含量一致;其他种类蔬菜废弃物氮磷钾总量大小顺序为瓜菜类>叶菜类>根茎类>豆类>葱蒜类,为0.38万~1.89万t;有机质含量大小顺序为根茎类>瓜菜类>豆类>叶菜类>葱蒜类,为3.40万~17.69万t。

河北省蔬菜废弃物养分主要集中在唐山市、石家庄市、保定市、张家口市和邯郸市,5个地区的氮磷钾总量为9.78万t(表3),占全省总量的67.16%,相当于全省一年化肥用量的4.49%;有机质总含量为90.82万t,占全省总量的67.45%,相当于201.82万t有机肥中的有机质含量。

表3 2016年河北省不同地区蔬菜废弃物中的养分量和有机质含量

地区	氮/t	磷/t	钾/t	氮磷钾总量/万t	有机质/万t
石家庄市	8 771.51	5 205.91	8 831.91	2.28	20.69
唐山市	9 898.57	6 023.86	9 520.93	2.54	23.67
秦皇岛市	2 521.12	1 595.03	2 342.41	0.65	5.88
邯郸市	5 739.09	3 803.42	5 448.29	1.50	13.62
邢台市	2 297.80	1 312.07	2 359.03	0.60	5.49
保定市	7 031.06	4 175.48	7 337.65	1.85	17.70
张家口市	6 299.43	4 221.81	5 453.24	1.60	15.14
承德市	2 974.06	1 932.35	3 036.14	0.79	7.35
沧州市	3 526.18	2 051.56	3 841.70	0.94	8.21
廊坊市	4 159.42	2 540.42	4 621.93	1.13	10.82
衡水市	2 574.58	1 458.05	2 660.28	0.67	6.07

3 河北省蔬菜废弃物肥料化利用存在的问题

3.1 缺乏政策法规

河北省目前还没有专门针对蔬菜废弃物肥料化利用的法律法规,在实际农业生产中仍存在随意堆置和焚烧的现象。执法部门只对焚烧秸秆的行为进行处罚,而农户将蔬菜废弃物丢置于河道、街道旁等行为并不属于处罚之列,也没有采取奖励措施鼓

励农户和相关企业将其变废为宝,使得蔬菜废弃物的潜在危害更大。另外,肥料化企业生产标准体系不完善,对蔬菜废弃物堆肥等产品中的病原菌、农药残留等有毒有害物质尚未形成统一的标准,推广难度大。

3.2 技术工艺落后

肥料化技术不成熟,比如掺杂在蔬菜废弃物中的塑料绳、地膜等塑料垃圾无法通过机械化去除,用其生产的堆肥会破坏土壤结构。与普通化肥厂相比,蔬菜废弃物肥料化企业运营成本高,盈利空间小,没有更多的资金用于技术研发,导致机械化水平难以提高,难以使企业长久高效运营。

3.3 存在制约利用因素

河北省蔬菜生产存在零散户种植面积大,且设施大棚难以机械化操作的问题,造成蔬菜废弃物难以收集和运输。另外,蔬菜废弃物的产生具有季节性,难以满足肥料化企业的生产需要,生产的有机肥也具有季节性,储存难度大,导致企业的运营成本增加,制约了废弃物的利用和企业的发展。

3.4 公众对蔬菜废弃物肥料化利用意识淡薄

政府针对蔬菜废弃物肥料化的宣传力度小,农户、肥料化企业经营者没有充分认识到资源化利用的优点和重要性,导致肥料化企业经营者积极性不高,农户肥料化参与度低,甚至不接受肥料化产品,难以改变以往的重化肥轻有机肥观点,导致蔬菜废弃物肥料化进程缓慢。因此,河北省蔬菜废弃物肥料化利用要取得突破需要政府、肥料化企业及农户等多方积极参与共同推动发展。

4 结论与讨论

① 2011~2016年河北省蔬菜产量和废弃物资源量总体呈上升趋势,平均以每年161.81万t和4.26万t的速度增加,在2016年总量分别达到了8193.37万t和230.37万t。

② 不同蔬菜废弃物资源量大小顺序为:甘蓝类>白菜类>茄果类>根茎类>豆类>瓜菜类>叶菜类>葱蒜类,为7.59万~57.87万t。废弃物资源量较高的城市为唐山市、石家庄市、保定市和张家口市,为27.96万~40.81万t,总量占全省的58.04%,以甘蓝类、白菜类和豆类蔬菜废弃物为主。

③ 将2016年河北省的蔬菜废弃物进行肥料化,相当于每667m²农田间接施加纯氮3.01kg、纯磷1.85kg、纯钾2.99kg和有机质72.61kg,相当于全年6.68%的化肥和299.20万t有机肥用量。

参考文献

- 毕于运,王亚静,高春雨. 2010. 中国主要秸秆资源数量及其区域分布. 农机化研究, 32(3): 1-7.
- 常小箭,陈妮,郭鹏飞,王涛,宋喜芳. 2019. 西安市蔬菜秸秆资源化利用潜力分析. 安徽农业科学, 47(14): 58-60, 135.
- 国家统计局农村社会经济调查司. 2017. 中国农村统计年鉴:2017. 北京: 中国统计出版社.
- 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.
- 何宗均,梁海恬,李峰. 2017. 天津地区蔬菜种植废弃物产生情况初步调查. 中国农学通报, 33(21): 33-37.
- 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. 环境污染治理技术与设备, (11): 38-42.
- 纪龙,李崇光,章胜勇. 2016. 中国蔬菜生产的空间分布及其对价格波动的影响. 经济地理, 36(1): 148-155.
- 李崇光,包玉泽. 2010. 我国蔬菜产业发展面临的新问题与对策. 中国蔬菜, (15): 1-5.
- 李剑. 2011. 蔬菜废弃物堆肥技术参数的优化研究(硕士论文). 上海: 上海交通大学.
- 秦渊渊,郭文忠,李静,李海平,李灵芝,余礼根,李友丽. 2018. 蔬菜废弃物资源化利用研究进展. 中国蔬菜, (10): 17-24.
- 宋玉晶,柴立平. 2018. 我国蔬菜废弃物综合利用模式分析——以寿光为例. 中国蔬菜, (1): 12-17.
- 项朝阳,肖小勇,宋长鸣. 2019. 我国蔬菜产业当前的新特点、新问题及对策建议. 中国蔬菜, (1): 1-6.
- 徐大兵,赵书军,陈云峰,袁家富,刘冬碧,邱正明,夏贤格. 2019. 湖北省蔬菜废弃物资源量估算与分布特征. 中国蔬菜, (4): 66-72.
- 杨鹏,乔汪砚,赵润,杜连柱,张克强. 2012. 果蔬废弃物处理技术研究进展. 农学学报, 2(2): 26-30.
- 杨岩. 2015. 蔬菜废弃物堆肥和原位还田研究(博士论文). 泰安: 山东农业大学.
- 张修顺. 2019. 蔬菜废弃物肥料化处理研究(硕士论文). 杨凌: 西北农林科技大学.
- 张圆圆,李峰,张宇娇,李妍,高贤彪,张玉婷,梁海恬,田阳,何宗均. 2020. 农田尾菜发酵过程中农药残留变化特征. 农药学报, 22(1): 122-130.
- 左旭. 2015. 我国农业废弃物新型能源化开发利用研究(博士论文). 北京: 中国农业科学院.
- Bouallagui H, Touhami Y, Ben Cheikh R, Hamdi M. 2005. Bioreactor performance in anaerobic digestion of fruit and vegetable wastes. Process Biochemistry, 40(3): 989-995.

Analysis on Quantity, Distribution Characteristics and Utilization as Resource Manure Potential of Different Kinds Vegetable Wastes in Hebei Province

DUAN Ya-jun¹, ZHANG Hui¹, LYU Shi¹, ZHANG Yu-kun¹, WANG Xiao-min¹, NING Guo-hui¹, YANG Zhi-xin^{1, 2*}

(¹College of Resources and Environmental Science, Hebei Agricultural University, Baoding 071001, Hebei, China; ²Hebei Key Laboratory of Farmland Ecological Environment, Baoding 071001, Hebei, China)

Abstract: Taking 8 kinds of main vegetable wastes in 11 prefecture-level cities of Hebei Province as study object, the paper estimated the quantity of different vegetable wastes resources in Hebei Province by grass-grain ratio. The results showed that the quantity of vegetable waste resources in Hebei Province increased at an average rate of 42 600 t · a⁻¹ from 2011–2016, reaching 2.30 million t in 2016. Among which, cabbage (578 700 t), Chinese cabbage (434 200 t) and solanaceous vegetables (299 800 t) had the highest quantity of vegetable waste resources, increasing by 100.98%, 50.80% and 4.12%, respectively compared with the mean value, followed by tubers, beans and melon vegetables. Those of leaf and bulb vegetables were the lowest. The quantity of waste resources was distributed unevenly among each prefecture-level city, with 50.57%–82.52% coefficient variation. Tangshan (408 100 t), Shijiazhuang (351 700 t), Baoding (297 800 t) and Zhangjiakou (279 600 t) had the maximum quantities, accounting for 58.04% of the whole province. Utilization as resource manure of all these vegetable wastes in the province was equivalent to indirect application of 45.15 kg · hm⁻² pure nitrogen, 27.75 kg · hm⁻² pure phosphorus, 44.85 kg · hm⁻² pure potassium and 1 089.15 kg · hm⁻² of organic matter per 667 m² farmland; and equivalent to 6.68% of the annual amount of chemical fertilizer and 2.992 million t of organic fertilizer, among which cabbage, Chinese cabbage and solanaceous vegetables had the highest nitrogen, phosphorus and potassium nutrients, accounting for 57.73% of the 8 kinds vegetables. The organic matter content in tubers vegetables was the highest. The quantity of vegetable waste resources in the whole province showed a steady upward trend from 2011–2016. There were significant differences in the quantities of all kinds of vegetable wastes and nutrients in different regions, among which vegetable yield and waste coefficient had become important factors affecting the difference of vegetable waste resources quantities.

Key words: Vegetable kinds; Vegetable waste; Resource quantity; Distribution characteristics; Utilization as resource manure

更正

“我国蔬菜种业发展现状与趋势”（作者：丁海凤，范建光，贾长才，秦成萌，杨业圣，张海龙，张凤兰，温常龙，于栓仓，许勇；《中国蔬菜》2020年第9期）一文中，第2页左列第4行“7.21万t”应为“7.21亿t”；图1右列纵轴单位“万t”应为“亿t”，图1更正如右：

作者

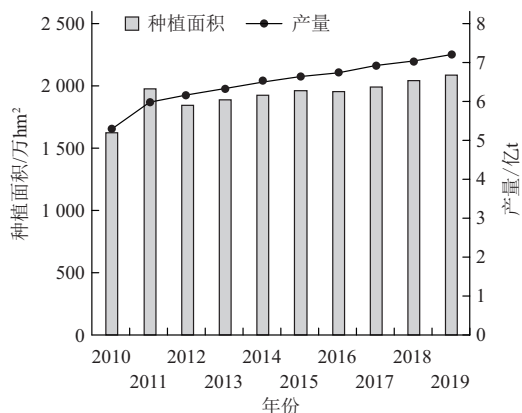


图1 2010~2019年我国蔬菜种植面积与总产量