

我国主要梨园施肥现状分析^①

董彩霞, 姜海波, 赵静文, 徐阳春*

(南京农业大学资源与环境科学学院, 南京 210095)

摘要: 以国家梨产业技术体系为平台, 对全国 18 个梨综合试验站 744 个主要梨园施肥种类、施肥时期、施用量和施用方式等进行调查。结果表明, 全国范围内梨树施用的有机肥以猪牛羊杂粪为主, 商品有机肥施用很少或几乎不施; 施用的化肥以尿素和三元素复混肥为主, 有的地区偏施尿素或三元素复混肥, 复混肥中氮磷钾的比例较混乱, 高磷高钾肥多。从施用时期看, 以化肥作为部分基肥、果实膨大期追肥的现象较为普遍, 而萌芽前追肥和花芽分化期追肥状况各地区差异较大。有机肥单位面积施用量和单株施用量差异较大, 大多数梨园有机肥施用量不足, 其中有 4 个试验站 30% 左右的梨园不施有机肥; 化肥的用量差异较大, 盲目施肥或经验施肥现象严重。施肥方式以穴施和条施为主, 施肥的深度差异较大。通过分析, 指出各地梨树施肥存在的问题, 以期为梨优质高产提供科学的施肥依据。

关键词: 梨; 肥料种类; 施肥时间; 施肥用量; 施肥方式

中图分类号: S661.2

梨是我国继苹果、柑桔之后的第三大栽培果树。随着农业产业结构调整, 梨园面积越来越大, 已成为部分地区农村的支柱产业。梨园集约化生产加强, 氮磷肥投入越来越高, 很多地区肥料投入过量, 果园土壤酸化、盐渍化、地下水硝酸盐、有机磷超标等问题日趋严重^[1-3], 而单位面积产量低、品质差、生理病害多、耐贮性低、抗逆性差等问题直接影响到梨农的经济效益。梨树在年生长周期活动中, 萌芽、开花、座果及花芽分化等, 都需消耗大量营养物质。因此, 应根据梨树不同的需肥时期、不同的需肥种类, 及时补充不同的肥料, 以满足树体的需求^[4]。有研究结果指出, 国内主要梨产区梨园施肥制度与施肥技术仍然相当落后, 果农普遍凭经验施肥, 施肥不及时或养分分配比不当而影响树体生长、花芽分化、果实发育及果实品质的现象时有发生^[5], 已成为限制我国梨产业化发展的重要障碍因素。本文通过对分布在我国各省的 18 个梨综合试验站的梨园施肥现状调查, 对各省梨园的施肥情况进行分析, 找出其中问题, 并对各地梨园施肥提出合理建议, 为实现梨产量和品质的进一步优化提供依据。

1 材料与方法

我国梨树主栽省为河北、辽宁、山东、湖北、陕

西、甘肃、四川、云南、吉林、江苏, 其栽培面积约占全国梨树总面积的 70%^[6]。2009 年国家梨产业技术体系土肥研究室向分布在各省的 18 个梨综合试验站统一分发梨园施肥现状调查表, 各试验站在选取 50 个左右代表性梨园作为调查对象, 调查内容包括基肥、追肥施用时期、施肥种类、施用量和施用方式等。调查采用实地调查与果农问卷调查相结合的方法。有机肥养分投入量以鲜基计, 按照《中国有机肥料养分志》^[7]提供的养分含量折算为纯养分含量, 化肥投入养分量参照胡霭堂等^[8]提供的养分含量折算为纯养分用量。

2 结果与分析

2.1 我国主要梨园施肥种类、施用时期与施用量

2.1.1 有机肥 (1) 种类。由表 1 可以看出, 全国 18 个梨试验站中, 梨园施有机肥比例在 90% ~ 100% 的试验站有太谷、昆明、合肥、泰安和徐州; 达到 80% 以上的有郑州、兰州、武汉、北京、福州、烟台、库尔勒及营口试验站; 在 60% 左右的有昌黎、杨凌、成都、哈尔滨试验站。从有机肥养分量占总投入养分量的比例可以看出, 北京试验站有机肥投入养分量最高, 烟台和成都试验站有机肥投入养分量最低。其中, 施商品有机肥的梨园在北京和昌黎试验站的比例为 17% ~ 18%; 杨凌、烟台、徐州和老河口试验站为 10% ~

①基金项目: 现代农业产业技术体系建设专项资金项目 (CARS-29-15) 资助。

* 通讯作者 (yexu@njau.edu.cn)

作者简介: 董彩霞 (1972—), 女, 山东文登人, 博士, 副教授, 主要从事梨树矿质营养研究。E-mail: cxdong@njau.edu.cn

14%；其余的则不足 10%，昆明、合肥、哈尔滨试验站均没有施用商品有机肥。施鸡粪的梨园以北京、营口和烟台试验站的比例较高，达到了 70% ~ 80%；哈尔滨、老河口、昌黎、成都、武汉、郑州、福州、徐州和泰安站稍低，达到 40% ~ 60% 左右；其余各站占 10% ~ 20%。施猪、牛、羊粪及其他杂肥的梨园以在昆

明、昌黎、兰州、老河口站所占比例相对较高，在 80% 以上；武汉、合肥、北京、徐州、泰安、成都、郑州、杨凌及哈尔滨站则在 40% ~ 60% 左右；低于 40% 的有营口、太谷、福州和烟台站。在全国范围内，只有几个试验站施饼肥，以合肥、徐州及福州站梨园施用较多，泰安、郑州、武汉梨区的梨园也偶有施用。

表 1 我国主要梨园施用有机肥状况分析

Table 1 Organic fertilization information in pear orchards in China

试验站	样本数	施用有机肥的梨园比例 (%)	施用不同种类有机肥的梨园比例 (%)				有机肥养分占总投入养分比例 (%)
			商品有机肥	鸡粪	猪粪牛羊粪及杂肥	饼肥	
太谷	54	100	6	17	35	0	29.12
昆明	18	100	0	11	89	0	21.06
合肥	23	100	0	26	61	13	35.28
泰安	33	97	3	41	47	9	46.83
徐州	30	90	4	41	48	11	18.18
郑州	56	87	8	43	45	4	61.60
兰州	49	86	7	12	83	0	28.83
武汉	49	86	2	48	64	2	18.12
北京	51	84	18	74	44	0	84.12
福州	37	84	13	42	29	10	10.48
烟台	44	84	14	68	11	0	8.48
库尔勒	36	81	0	0	97	10	37.24
营口	49	80	10	77	38	0	75.66
老河口	35	77	11	52	81	0	19.12
昌黎	51	69	17	51	86	0	20.62
杨凌	31	68	14	19	43	0	17.85
成都	50	66	3	48	45	0	3.18
哈尔滨	48	56	0	59	41		44.94

注：施用有机肥的梨园比例 = 施用有机肥的调查户占该试验站调查户总数的比例；施用商品有机肥（鸡粪、猪牛羊粪及杂肥、饼肥）的梨园比例 = 施用商品有机肥（鸡粪、猪牛羊粪及杂肥、饼肥）的调查户占施用有机肥的调查户总数的比例。

(2) 施用量。调查结果显示，有机肥主要做基肥施用，但也有个别梨园在萌芽前和花芽分化期追施有机肥。所有被调查梨园的平均施用量为 27 000 kg/hm²，但各地梨园的有机肥用量差异较大（表 2）。以福建省的施用量最低，平均为 8 790 kg/hm²；北京市最高，平均为 46 875 kg/hm²。调查结果还显示，全国各地梨树品种多样，栽培密度差异较大，如有的老梨园仅 135 ~ 150 株/hm²，有的新建梨园密度为 3 300 株/hm²，因此，比较单株梨树的有机肥施用量可能相对更加客观。从表 2 还可以看出，烟台、福州、杨凌、成都、昆明试验站 50% 以上的梨园单株梨树施用有机肥不足 20 kg，徐州、郑州、昌黎、兰州、老河口、哈尔滨、武汉站试验站有 50% 的梨园单株有机肥施用量在 20 ~ 50 kg，泰安、北京、太谷、合肥、营口试验站 20% ~ 30% 的

梨园单株有机肥用量达 50 ~ 75 kg；单株有机肥施用量超过 150 kg 的试验站有泰安（10%）、徐州（8%）、北京（29%）、昌黎（2%）、营口（5%）、库尔勒（8%）（数据未列出）。这些地区有的是有机肥的用量高而导致单株施用量高，如北京试验站；有的则是密度低引起的，如库尔勒试验站某梨园栽培密度只有 135 株/hm²。

2.1.2 化肥 梨树施肥分为基肥和追肥，基肥以有机肥为主，化肥为辅；追肥又叫补肥，以速效肥为主。当梨树在需肥时期，及时进行化肥的补充，可以满足梨树正常生长发育的需要。

(1) 施肥时期。全国各地梨树施用化肥的差异较大（表 3）。各时期施用化肥的比例反映出各地的施肥习惯。从各时期化肥施用比例来看，除了北京试验站各时期化肥的施用比例非常低外，太谷、哈尔滨和营

表 2 我国主要梨园有机肥施用量及其变异系数

Table 2 Application amounts and CV of organic fertilization in pear orchards in China

试验站	总用量 (kg/hm ²)	平均用量 (kg/hm ²)	变异系数 (%)	平均纯养分量 (kg/hm ²)			单株施用量 (kg/株) 梨园所占比例 (%)			
				N	P ₂ O ₅	K ₂ O	1~20	20~50	50~75	>75
北京	6 000 ~ 120 000	46 875	72	247.16	94.72	194.52	20	29	14	38
泰安	1 800 ~ 82 500	41 865	41	752.00	146.50	211.99	23	49	21	6
库尔勒	1 200 ~ 90 000	41 010	64	201.19	104.20	84.65	88	6	6	-
昌黎	1 800 ~ 75 000	32 070	67	164.45	77.27	99.32	84	13	3	-
营口	750 ~ 75 000	31 620	61	259.18	81.05	148.25	14	55	24	7
郑州	3 000 ~ 90 000	30 120	46	215.74	76.00	15.65	27	5	27	41
徐州	9 000 ~ 60 000	30 105	44	277.65	99.89	131.16	11	19	11	41
哈尔滨	3 000 ~ 45 000	28 920	41	138.81	58.29	89.34	78	6	17	-
武汉	1 500 ~ 60 000	28 800	48	139.63	53.50	92.45	31	60	10	-
老河口	1 500 ~ 45 000	28 050	56	42.58	13.96	53.12	27	73	-	-
兰州	4 500 ~ 60 000	26 715	56	134.61	75.30	65.80	29	34	20	17
太谷	1 500 ~ 60 000	25 815	60	110.95	56.63	61.13	13	27	27	34
杨凌	2 400 ~ 84 000	25 320	76	96.57	49.51	61.81	41	59	-	-
成都	7 500 ~ 52 500	20 340	44	83.68	30.24	70.89	15	52	7	27
合肥	3 000 ~ 39 000	18 135	66	203.06	56.83	95.60	54	42	4	-
昆明	5 550 ~ 52 500	16 830	105	97.43	41.55	57.51	70	25	-	5
烟台	2 250 ~ 30 000	16 350	58	82.64	32.90	57.77	21	21	8	51
福州	1 200 ~ 30 000	8 790	90	45.12	16.02	28.04	25	50	21	4

表 3 我国主要梨园不同时期施用化肥状况分析

Table 3 Fertilization at different time in pear orchards in China

试验站	样本数	施用化肥梨园 比例 (%)	各施肥时期施用化肥的梨园比例 (%)				化肥养分量占总 投入量比例 (%)
			基肥	萌芽前追肥	花芽分化肥	膨大肥	
烟台	44	100	91	9	0	80	91.52
武汉	49	100	73	57	14	43	81.88
徐州	30	100	70	53	43	83	81.82
成都	50	100	62	34	34	44	96.82
库尔勒	36	86.1	58	39	25	31	66.96
合肥	23	95.7	52	39	13	43	64.79
昆明	18	100	50	39	11	39	79.71
泰安	33	93.9	45	48	45	76	53.4
老河口	35	71.4	43	34	3	54	80.88
兰州	49	100	43	31	45	33	71.17
杨凌	31	100	39	58	6	35	82.58
郑州	56	89.3	36	55	13	50	65.12
太谷	54	72.2	31	13	11	17	73.23
昌黎	51	100	25	67	25	43	80.19
哈尔滨	48	45.8	25	6	23	19	56.7
营口	49	65.3	24	35	0	14	53.03
福州	37	100	22	46	3	92	89.46
北京	51	19.6	8	6	8	2	15.88

口试验站各时期化肥的使用比例也较低，其他各试验站在基肥、萌芽肥或膨大肥均有较高的施用比例。徐州、成都、烟台、老河口试验站主要集中在基肥和膨大期施用化肥，其中烟台试验站在这两个时期施用化肥的梨园分别占 91% 和 80%。萌芽前追施化肥较少的有北京、烟台和哈尔滨试验站，较多的有昌黎、杨凌、郑州、武汉等站，占调查梨园的 50% 以上；花芽分化期追施化肥比例以徐州、成都、泰安、兰州试验站较高，占调查梨园的 30% 以上；膨大肥的施用比例较高，其中福州、徐州、泰安、烟台试验站在此期施用化肥的比例占 70% 以上。对各试验站来说，昌黎、福州试验站萌芽前和膨大期追肥中化肥的比例高；徐州、郑州、昆明、合肥试验站基肥、萌芽前和膨大期所施用化肥的比例均较高，而杨凌、泰安、兰州、库尔勒试验站基肥、萌芽肥、花芽分化肥和膨大期 4 个时期化肥的施用比例均相对较高。从该表 3 中还可以看出，除北京试验站化肥养分投入比例较低（15.88%）外，

营口、哈尔滨、泰安试验站化肥养分投入比例约为 50%，烟台、成都和福州等站化肥养分投入量在 90% 左右。

(2) 化肥种类。梨树不同生育期施用的化肥种类繁多（表 4），其中，尿素和三元素复混肥是我国梨园普遍施用的两种肥料，占总施用化肥梨园的 62% 和 56%。从全国来看，有 20% 左右的梨园在基肥和膨大期施用尿素，占总化肥种类梨园的 56%；在萌芽前追肥中施用尿素的梨园比例更高，达到 30%；有 33% ~ 35% 的梨园在基肥和膨大期施用三元素复混肥；有 6.5% 和 5.6% 的梨园在基肥中施用二铵和硫酸钾；约 17% 的梨园在萌芽前追肥中施用三元复混肥，约 9% 左右的梨园在膨大期施用硫酸钾肥料。基肥中除了尿素和三元素复合肥，还有 13.5% 和 4.2% 的梨园施用过磷酸钙和钙镁磷肥。此外，有 7.8% 和 4.6% 的梨园在基肥和萌芽前追肥中施用碳酸氢铵。果实膨大期追肥以尿素和复合肥为主，也有少量施用碳铵、过磷酸钙、硝铵、冲施肥等。

表 4 我国主要梨园不同时期施肥种类分析

Table 4 Fertilization patterns at different time in pear orchards in China

肥料种类	不同生育时期施用各种肥料的梨园比例 (%)				占总化肥种类梨园比例 (%)
	基肥	萌芽前追肥	花芽分化肥	膨大期追肥	
三元素复混肥	33.5	16.9	11.3	35.2	62.10
尿素	21.6	30	13.2	23.1	56.05
过磷酸钙	13.5	0.8	0.7	0.3	15.73
碳酸氢铵	7.8	4.6	-	0.8	13.98
磷酸氢二铵	6.5	2.8	3.2	1.6	11.02
硫酸钾	5.6	2.7	3.9	9.1	15.86
钙镁磷肥	4.2	-	0.3	-	4.57
磷酸二氢钾	3.9	-	0.5	2	4.70
磷酸二氢铵	1.3	-	-	2.2	3.49

从各试验站梨园基肥主要使用的化肥种类看（表 5），成都试验站有 62% 被调查果农基肥施用尿素，合肥、泰安、兰州和库尔勒试验站尿素的比在 40% 左右，郑州、徐州、昌黎、哈尔滨站基施尿素占 20% ~ 40%。基肥中使用复混肥的梨园以烟台最多，武汉和徐州站次之，占当地调查梨园的 70% 左右；而昆明、泰安、老河口、杨凌等地有 30% ~ 50% 的梨园基施复混肥。北京基施复混肥的梨园比例也最低。基肥中使用碳铵的梨园以武汉较多，达到当地调查梨园的 35%，老河口、徐州、福州和郑州基施碳铵的梨园比例在 20% ~ 30%，泰安和北京则只有少数梨园使用碳铵作为基肥组成。徐州和兰州、郑州、合肥、武汉 5 个试验站基施过磷酸钙的梨园较多，比例达到当地调查梨园的 30% ~ 50%。其他如福州、太谷、杨凌、泰安、老河口、

成都和昌黎等地梨园较少在基肥中使用过磷酸钙，北京、烟台和昆明则没有使用该肥料作为基肥。

萌芽前追施尿素和复混肥的梨园较多。昌黎、武汉、郑州、杨凌、泰安试验站萌芽前追施尿素的梨园达到 50% ~ 70%，合肥、营口、成都、兰州、徐州、福州和库尔勒有 20% ~ 40%，其余地区则较少。烟台、北京和昆明的梨园均没有在萌芽前追施尿素的习惯。萌芽前追施复混肥以杨凌、徐州、福州的梨园较多，占各地调查样本的 50% 左右。此期间武汉追施复混的梨园占当地调查梨园的比例在 30% 左右；郑州、泰安、合肥、老河口、昌黎等地的比例大约在 20% 以下。而昆明在此期间追施硫酸钾的梨园占当地调查梨园的比例相对较高。

花芽分化期追施尿素和复混肥的梨园仍较多。兰

表 5 各地梨园尿素、三元复混肥、硫酸钾及过磷酸钙的施用情况

Table 5 Application information of urea, compound fertilizer, potassium sulfate and superphosphate in pear orchards in China

试验站	施用各种肥料的梨园比例 (%)												
	尿素				三元复混肥				硫酸钾				过磷酸钙
	基肥	萌芽前	花芽分 化期	膨大期	基肥	萌芽前	花芽分 化期	膨大期	基肥	萌芽前	花芽分 化期	膨大期	基肥
北京	2	-	4	-	4	-	2	-	2	-	-	2	-
昌黎	25	67	14	43	20	16	25	43	18	-	-	10	2
福州	3	16	3	16	3	46	-	92	-	-	3	3	22
徐州	27	23	-	40	70	53	43	83	3	-	3	3	43
太谷	13	9	11	17	31	13	-	4	-	-	2	6	9
杨凌	13	55	3	6	39	58	6	35	-	10	-	23	3
成都	62	34	34	34	22	12	20	20	12	14	24	44	2
泰安	45	48	15	24	45	18	45	76	-	-	18	18	3
烟台	-	-	-	-	91	9	-	80	-	-	-	-	-
郑州	34	55	13	50	36	20	13	50	9	2	4	25	38
营口	-	35	-	-	24	2	-	14	-	2	-	-	-
兰州	43	31	45	33	29	12	31	6	2	-	-	10	4
昆明	-	-	-	11	50	6	-	33	11	39	-	11	-
合肥	48	39	9	43	30	17	13	35	4	4	-	-	35
武汉	-	57	14	37	73	31	-	43	10	-	-	-	35
老河口	-	11	3	6	43	17	3	54	-	-	-	-	3
哈尔滨	25	6	23	19	-	-	-	-	21	-	-	-	-
库尔勒	47	39	25	31	19	14	11	17	3	3	-	6	-

州试验站代表性梨园有 45% 的追施尿素、31% 的追施复合肥。成都梨园则有 34% 追施尿素和 20% 追施复混肥；哈尔滨梨园在花芽分化期则以追施尿素为主。泰安梨园有 15% 追施尿素，45% 追施复混肥；昌黎梨园有 14% 追施尿素，25% 追施复合肥，北京有少数梨园追施尿素和复混肥。烟台、营口地区没有追施花芽分化肥。昆明梨园在此生育期有追施二铵的现象。

果实膨大肥也是以尿素和复混肥为主，尤以复混肥为主，福州、徐州、烟台、泰安、老河口、郑州有超过 50% 的梨园追施复混肥。其中，福州和烟台试验站分别有 92% 和 80% 的果农施用了复混肥；徐州站分别有 83%、40% 施用复混肥和尿素；郑州试验站则分别有 50% 施用复混肥和尿素；合肥站有 43% 和 35% 分别追施尿素和复混肥，烟台站在此期间没有尿素的施用。成都试验站有 44% 的梨农在膨大期追施硫酸钾，郑州、杨凌和泰安站分别有 20% 左右的梨农追施硫酸钾，而昆明试验站有 40% 左右的梨农在此阶段以二铵作膨大肥。

(3) 施用量。从表 6 可以看出，各地施用尿素和复合肥的比例、施用量也存在较大的差异。单株施尿

素在 5 kg 以上的有昌黎、徐州、合肥、泰安、营口、哈尔滨和库尔勒；介于 2.5 ~ 5 kg 之间的地区有北京、成都、福州、兰州、老河口、昆明；2 kg 左右的地区有杨凌和武汉，烟台的梨园几乎不施尿素。施用尿素比例较高的地区如昌黎、成都、郑州、武汉等地的梨园，其平均施用尿素的量为 2.51、0.58、1.18 和 1.02 kg/株，折算为纯氮量为 533.7、280.5、375.2 和 303.0 kg/hm²，变异系数在 50% ~ 112% 之间；尿素平均用量较少的试验站有杨凌、成都，约在 0.5 kg/株左右，折算为每公顷施氮量为 223.7 和 280.5 kg/hm²。昌黎、福州、徐州、太谷、成都、营口、合肥、库尔勒等地梨园单株三元素复合肥的最大施用量在 5 kg 以上，老河口梨园单株三元素复混肥最大施用量介于 2.5 ~ 5 kg；在 2 kg 左右的地区有杨凌和武汉；昆明梨园复合肥的最大施用量在 1 kg/株。总体上看，徐州和营口地区梨园单株平均复合肥施用量较大，分别为 7.87 和 4.99 kg/株；昌黎、福州、太谷、泰安、烟台、合肥地区梨园的平均用量都在 2.5 kg 左右；杨凌、兰州、昆明、武汉地区梨园的单株平均施用量不足 1 kg，北京和哈尔滨地区的梨园几乎不用复合肥。

表6 我国主要梨园尿素和复合肥的单株施用量

Table 6 Application amounts urea and compound fertilizer for individual plant

试验站	尿素单株施用量 (kg/株)				复合肥单株施用量 (kg/株)				主要肥料的养分 比 N:P ₂ O ₅ :K ₂ O
	统计样本数	变幅	平均用量	变异系数 (%)	统计样本数	变幅	平均用量	变异系数 (%)	
北京	7	0.18 ~ 3	1.77	58	2	-	-	-	-
昌黎	42	0.45 ~ 10	2.51	79	37	0.23 ~ 6.67	2.09	69	15:15:15
福州	23	0.25 ~ 3.43	2.20	29	35	0.5 ~ 9.55	2.62	68	15:15:15
徐州	22	0.91 ~ 6.67	2.10	74	30	2.55 ~ 30.56	7.87	81	15:15:15
太谷	23	0.36 ~ 5.71	1.22	91	20	0.71 ~ 7.14	2.79	63	15:15:15
杨凌	23	0.18 ~ 2.22	0.50	101	31	0.11 ~ 2.25	0.81	71	18:46:0
成都	45	0.11 ~ 2.63	0.58	112	27	0.18 ~ 4.47	1.67	58	25:10:5
泰安	29	0.23 ~ 7.83	2.22	83	29	0.41 ~ 9.13	2.90	77	15:15:15
烟台	1	-	-	-	35	1.54 ~ 6.06	2.94	33	10:10:10
郑州	45	0.3 ~ 2.78	1.18	50	40	0.23 ~ 5.56	1.36	83	15:15:15
营口	4	0.71 ~ 10.98	4.82	91	19	1.92 ~ 11.1	4.99	56	20:10:10
兰州	47	0.18 ~ 3.27	1.01	59	32	0.23 ~ 4.36	0.87	96	18:46:0
昆明	14	0.35 ~ 2.51	1.28	49	10	0.2 ~ 1	0.80	41	10:10:10
合肥	19	0.25 ~ 5.48	2.16	66	12	0.05 ~ 5.56	2.69	67	15:15:15
武汉	39	0.18 ~ 2.2	1.02	57	44	0.36 ~ 2.33	0.99	56	14:16:15
老河口	22	0.1 ~ 3.01	1.23	52	24	0.25 ~ 3.03	1.75	66	15:15:15
哈尔滨	22	0.42 ~ 5	1.69	84	0	-	-	-	-
库尔勒	25	0.17 ~ 6.25	1.60	80	16	0.19 ~ 5.18	1.37	97	15:15:15

注：统计样本数是指每个试验站施用尿素或复合肥的样本数。

2.2 施肥方式和深度

梨树属于深根系果树，施肥的深度直接影响根系对养分的吸收效率。对施肥方式和深度的调查表明，采用穴施或者条施的方式施用基肥的梨园分别占 32% 和 45%，约有 12% 的梨园采用撒施方式。大部分梨园在萌芽前、花芽分化前以及果实膨大期的追肥也主要采用穴施或者条施的方式，各时期分别占到总调查果园数的 38%、20% 和 45%，采用撒施方式的梨园所占的比例相对较小，各时期分别为 5%、2% 和 4%。对施肥深度而言，全国各地穴施和条施的深度存在较大差异，从 15 cm 左右至 40 cm 深不等。

3 讨论

3.1 梨园有机肥的投入量和施用方式

土壤肥力是土壤的基本属性，即能满足植物对水、肥、气、热的需求，保证植物正常生长发育。提高果园土壤肥力，培肥土壤，是改良果园土壤、提高果品质量、促进果业可持续发展的关键。有机质是土壤来源于生命的物质，是土壤肥力的重要物质基础。梨园土壤增施有机肥，不仅可为梨树的生长提供全面的营养物质，更主要是提高土壤有机质含量^[9]，改善土

壤微生物活性，增加土壤酶活性，促使良好的微团聚体形成，改善土壤的理化性状，增强土壤的缓冲性能，为梨树的根系发育提供良好的土壤环境。方成泉等^[6]提出，梨树施肥应以有机肥为主、化肥为辅。本文结果显示，各地有机肥的投入量存在较大差异，如北京试验站示范县梨园有机肥投入量在全国范围内最高、化肥投入量最低，烟台试验站有机肥投入量较少等，与当地梨主栽品种、养殖业发展状况、梨的社会经济效益及梨农对有机肥的认知等有关。各地施用有机肥的种类与当地畜禽养殖业有直接关系，如有的地区以鸡粪为主，有的地区以牛羊粪为主。调查还发现，不施有机肥的梨园占所调查梨园的比例超过 30% 的地区有 5 个，超过 20% 的地区有 7 个。

在我国梨树主栽省，有的地区施用有机肥的数量较多，但反映出来的果品质量及土壤有机质含量（未发表资料）却相对不高。这除了施用时期（如有的是春施）造成的肥料当季利用率不高、梨树养分补给不足，还与有机肥的腐熟程度及施用方式有关。在很多梨园现场调研中发现，有机肥不是施入到土壤中，而是覆盖在树下，仅仅充当了“覆盖”材料，失去了有机肥的“改土”作用和增加土壤养分的作用。同时，梨园施用的有机肥大部分是未经（完全）腐熟的鸡粪

或牛羊粪等。这些有机肥不仅速效养分含量低,而且易携带病原菌,在土壤中腐熟时还会与梨树发生“争氮”现象,不利于梨树的生长。因此,应加强腐熟有机肥和商品有机肥的施用。商品有机肥不仅在生产过程中通过高温发酵消灭了病原菌,而且其所含的大部分迟效态养分也通过此过程转化为速效养分,是施用起来方便、干净、效果好的优质肥料。

3.2 氮、磷、钾化肥的比例

张卫峰等^[10]指出,长期以来,我国化肥产品与农业需求长期脱节,养分浪费和损失极其严重,既增加了农民负担,又增加了温室气体的排放。本文调查结果表明,尿素和复混肥是梨树常用的化肥,多数地区以这两种肥料为主,部分地区以单施尿素或三元素复混肥为主,且施用的复混肥以高浓度的氮磷钾复混肥为主。大量施用尿素,磷、钾肥配比比例过低及经常施用一种比例的三元素复混肥易造成土壤养分不平衡,使树体营养不均衡,易遭受病、虫害,抵御干旱、低温等逆境的能力差,因此前几年梨树施肥提出“控氮、增磷钾”。环渤海湾地区主要梨园有效磷含量的分析结果发现,90%的梨园土壤有效磷有积累现象,其中20%以上的梨园土壤有效磷含量都在100 mg/kg以上(另文发表),这与卢树昌等^[2]、刘成先^[11]的结果相一致。刘成先^[5]也指出,由于减少氮肥的投入,南果梨在生长期出现由于缺氮而导致的“红叶病”,但土壤有效磷含量大大超标,导致南果梨叶片内氮、磷、钾三元素营养失衡。这些结果反映出主要问题:即目前梨树上的施肥仍然处在“盲目施肥”、“经验施肥”状态。梨园土壤平衡施肥的实质是:根据土壤养分状况,合理施用氮、磷、钾肥料,有的地区“减氮、增磷钾”,有的地区要“保证氮肥、控制磷肥”,有的地区则是“控制氮肥、增施磷肥”等等,其核心是在合理判断土壤养分状况的基础上,优化肥料产品结构。同时,应当根据梨树需肥规律,选用适当比例的氮磷钾复合肥,而不是一味使用高浓度、等氮磷钾复合肥。除了氮磷钾化肥的投入不平衡,追肥过程中肥料施用也存在方法上的错误,如很多地区梨农常将复合肥、尿素、微量元素肥料等撒在树下,大水漫灌,使肥料中的氮流失、磷钾固定作用严重,从而导致根系周围的氮磷钾养分浓度不平衡,抑制了梨树的生长和发育。

3.3 施肥时期

梨树的施肥时期可以分为两大类,一是基肥,二是追肥,应根据肥料的特性和树体生长发育特点来确定施肥时期。Mitcham 和 Elkins^[12]指出,早春根系吸

收的氮素大多用于叶片和枝条的生长,但几乎不用于花的发育、坐果、早期果实发育等过程,而梨树的开花、坐果及早期果实发育需要的氮素几乎全部来自树体贮藏的氮,显示出梨树贮藏营养的重要性。基肥,即秋季施肥,是一年中最重要的施肥,主要是增加树体贮藏营养,一般是有机肥配施化肥。基肥的施用原则是秋施,即使中晚熟品种的基肥也应在晚秋、初冬施用,而不能推迟到春施^[5]。秋施基肥是各级技术人员都知道的原则,但是实际实施起来却不尽然。相当多的地区秋施基肥推迟成为冬施或春施。由于有机肥施入土壤中需要较长时间才能矿化成无机养分,被根系吸收利用,而且春天施用有机肥不仅对肥效和根系吸收利用产生不利的影响,在春天施用还会使土壤大量失水,对春季干旱保水极为不利。再者,使用速效性氮、钾作为基肥且施用时期较晚,会造成养分的大量流失。同时,冬季在根系被迫休眠之前施入的肥料能促进根系发育,长出新根,生命活力强,是第二年春天根系吸收水分和养分的主要部分。因此,如果基肥施入较晚,对梨树根系发育、养分吸收、贮存营养均有不利的影响。

Mitcham 和 Elkins^[12]还指出,梨树吸收氮素的活跃期为其旺盛生长期,从春季营养生长开始,到夏末叶片功能下降结束,休眠期氮素吸收量极少,因此,美国加利福尼亚地区不建议梨农在10月份与来年3月份之间追肥。在整个生长季节中,氮肥少量、多次施用,有利于树体高效吸收和利用。这一点对于沙质土壤来说尤其重要。我国各地梨农追肥的施用时期、肥料种类和数量均有较大差异。单株化肥施用量的变异系数(表7)能够反映当地的施肥习惯。如福州地区梨园尿素单株施用量的变异系数较小,表明该地区梨园施尿素的习惯较一致;烟台地区的梨园几乎不施尿素,而以等量氮磷钾复合肥做追肥等,也反映了该地区的施肥水平和习惯较为一致。除此之外,其他地区梨园施用尿素和复合肥的变异系数都较高,说明这些地区梨农对梨树管理、梨树施肥的认识上可能还存在较大差异。这也说明了各地果树管理部门在梨树施肥上要作的工作还很多。

3.4 施肥深度

施肥的位置和深浅直接决定了梨树对肥料养分的吸收利用效率。梨树是深根系作物,一般60%的根群集中在30~60 cm的深度范围内。姜远茂等^[13]指出,梨树根系水平伸展较大,但距主干较近部位根系较集中。距主干1 m之内的根占总根量的57.4%,1~2 m占36.7%。粗度在1 mm以下的细根主要分布在树冠下

10 ~ 50 cm 的土层内。李振凯和张玉芳^[14]认为，浅层根系对形成花芽和提高果品质量起着决定作用，所以不论施基肥还是追肥，都应该针对浅层根系进行。对施肥深度而言，全国各地穴施和条施的深度存在较大差异，有的较深，达到 40 cm 深，有的试验站较浅，在 15 cm 左右。各地施肥深度有一定差异，可能与当地梨树的施肥习惯有关。但梨树品种多样，根系的分布差异也较大，应当根据梨树根系生长特点和肥料种类而采取适宜的施肥深度，例如，宫美英和张凤敏^[15]指出，梨树大根受伤或断裂后，伤口不易愈合，且再生能力较差，因此施肥多采用放射状沟多点位施肥法，避免伤及根系；有些速效氮肥，不宜过于靠近根系；另外，肥料表施时会造成氮肥挥发损失并引起根系上返，尤其在土壤表层湿润时更是如此。我国各地大部分试验站都是采用穴施或者条施的方式，部分试验站有采用撒施的方式。

致谢：感谢国家梨产业技术体系首席办公室及全国 18 个综合试验站在梨园施肥现状调查中提供的帮助。

参考文献：

- [1] 卢树昌, 陈清, 张福锁, 贾文竹. 河北省果园氮素投入特点及其土壤氮素负荷分析. 植物营养与肥料学报, 2008, 14(5): 858-865
- [2] 卢树昌, 陈清, 张福锁, 贾文竹. 河北果园主分布区土壤磷素投入特点及磷负荷风险分析. 中国农业科学, 2008, 41(10): 3 149-3 157
- [3] 卢树昌, 贾文竹. 河北省果园土壤质量现状及演变分析. 华北农学报, 2008, 23(5): 19-22
- [4] 陈芳, 华增剑, 冯桂林. 梨树施肥技术. 安徽农学通报, 2008, 14(16): 172
- [5] 刘成先. 关于果树营养与施肥的几个问题. 北方果树, 2009(3): 46-48
- [6] 方成泉, 林盛华, 李连文, 马志强. 我国梨生产现状及主要对策. 中国果树, 2003(1): 47-50
- [7] 全国农业技术推广服务中心. 中国有机肥料养分志. 北京: 中国农业出版社, 1999: 24-200
- [8] 胡霭堂, 周立祥等. 植物营养学(下册). 北京: 中国农业大学出版社, 2003
- [9] 刘成先. 果园土壤管理与施肥(三)施肥. 北方果树, 2005(3): 43-45
- [10] 张卫峰. 化肥行业减排的革新思路: 优化产品结构科学施用肥料. 中国农资, 2010(3): 22
- [11] 刘成先. 果园土壤管理与施肥(三)施肥(续). 北方果树, 2005(4): 48-50
- [12] Mitcham EJ, Elkins RB. Pear Production and Handling Manual. California: University of California Agriculture and Natural Resources Publication, 2007
- [13] 姜远茂, 张宏彦, 张福锁. 北方落叶果树养分资源综合管理理论与实践. 北京: 中国农业大学出版社, 2007: 119-120
- [14] 李振凯, 张玉芳. 我国果园土壤管理制度改革方向. 河北果树, 2007(6): 36-37
- [15] 宫美英, 张凤敏. 梨树的十大特性和相应栽培对策. 西北园艺, 2004(10): 17-18

Current Fertilization in Pear Orchards in China

DONG Cai-xia, JIANG Hai-bo, ZHAO Jing-wen, XU Yang-chun

(College of Resources and Environmental Science, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China)

Abstract: This paper tried to provide the optimal fertilization for pear orchards in China. Based on the Modern Agro-industry Technology Research System, the species of applied manure and fertilizer, fertilization time, fertilization dosage and fertilization patterns in the 744 pear orchards distributed in 18 general stations over China were investigated. The results showed that manures of pig, cattle and sheep were mainly applied in pear orchards, while commercial organic fertilizer was merely or hardly used. Urea and NPK compound fertilizer were the main chemical fertilizers adopted by pear growers. The ratio of N:P:K in the compound fertilizer was not standardized, and high phosphorus or potassium ratio was often observed. Chemical fertilizer was normally applied as the part of base fertilizer and mostly as top dressing in the fruit expansion, while great difference of the top dressing was observed before germination and differentiation of flower bud. There was great difference in the manure dosage either as per acre or per plant. The use of manure was insufficient in the most of pear orchards. It was observed that no manure was applied in 30% orchards in 5 stations. The chemical fertilizer dosage was also fluctuated in a large range, which suggested that blind fertilization was serious. Hole or strip application was the main pattern in orchard fertilization but the depth of fertilization was greatly different.

Key words: Pear, Fertilizer species, Fertilization time, Fertilization dosage, Fertilization way