不同时期追施不同量氮肥对陕南地区稻茬田小麦产量的影响

尹素芬, 张增川, 张先平, 王晓娥, 李云, 梁秋霞, 郝兴顺, 李小安 (汉中市农业科学研究所, 陕西汉中 723000)

摘要 [目的]研究陕南小麦氮肥追施最佳时间和最佳用量,为陕南地区小麦生产中氮肥的合理施用提供理论依据。[方法]以汉麦6号为供试品种,分别在冬灌期、拔节期进行1次或2次追施氮肥,通过产量及其构成要素和经济系数等指标,研究不同施用时间和不同纯氮施用量对小麦产量的影响。[结果]同等纯氮施用量下,1次追肥,以拔节期追肥效果最好,其中,追施纯氮69.00 kg/hm²时,产量最高,达8 751.90 kg/hm²,其次为追施纯氮103.50 kg/hm²时,产量为8 623.20 kg/hm²;当纯氮施用量高于69.00 kg/hm²时,拔节期1次追肥效果优于冬灌期2次追肥。追施纯氮34.50 kg/hm²时,2次追施的小麦产量高于拔节期1次追肥。[结论]拔节期1次追施纯氮69.00 kg/hm²时,小麦产量最高,效益最好。

关键词 小麦;汉麦6号;氮肥追肥;产量;陕南地区

中图分类号 S143.1 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2016)17-156-03

Effects of Applying Different Amount of Nitrogen Fertilizer in Different Stages on Wheat Yield in Southern Shaanxi

YIN Su-fen, ZHANG Zeng-chuan, ZHANG Xian-ping et al (Hanzhong Agricultural Science Institute, Hanzhong, Shaanxi 723000)

Abstract [Objective] The aim was to study the optimal time and dosage of nitrogen fertilizer topdressing on wheat in southern Shaanxi, to provide theoretical basis for reasonable fertilization of nitrogen in wheat production. [Method] With Hanmai 6 as tested varieties, 1 time or 2 times nitrogen fertilizer topdressing was conducted in winter irrigation period and shooting stage respectively, effects of different applying time and pure nitrogen application amount on wheat were studied through indicators such as yield, components and economic coefficients. [Result] Under the same amount of pure nitrogen, 69.00 kg/hm² in jointing stage topdressing one time was the best, with the yield of 8 751.90 kg/hm², the amount of pure nitrogen at 103.50 kg/hm² followed, with the yield of 8 623.20 kg/hm²; when the fertilization amount of pure nitrogen was above 69.00 kg/hm², 1 time topdressing in jointing stage was better than 2 times topdressing in winter irrigation. When topdressing pure nitrogen was 34.50 kg/hm², wheat yield by 2 times topdressing was higher than 1 time topdressing in jointing stage. [Conclusion] The amount of pure nitrogen at 69.00 kg/hm² in jointing stage topdressing 1 time is the best.

Key words Wheat; Hanmai 6; Nitrogen fertilizer topdressing; Yield; Southern Shaanxi

氮素是小麦生长的必需元素,对小麦有显著的增产作用。研究表明,氮肥用量、施肥时间都会影响小麦的产量^[1]。农业生产中为了提高作物产量和改善作物品质,氮肥被大量投入农田,而土壤中的氮肥具有速溶、易流失、易被硝酸盐淋溶的特点^[2-3],导致利用率较低^[4],且已引起了严重的环境问题^[5]。因此,合理运筹氮肥是提高氮肥利用率、增加作物产量、改善作物品质和减少污染的重要措施^[6]。陕西省汉中市位于秦岭以南,属于亚热带气候区,一年稻麦两熟,冬季气温偏高,追肥过早易造成小麦旺长,抗寒性差;若追肥恰在小麦生长缓慢期,则会导致吸收利用率低,易造成人力物力浪费。为使稻茬田小麦生产效益达到最大化,笔者研究了氮肥最佳施用量和最佳施用时间,旨在为小麦生产合理施肥提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料 小麦新品种汉麦6号,氮肥为尿素,由理想化工公司提供。

1.2 方法 试验于2012~2013年在陕西省汉中市汉台区宗营镇韩塘村进行,前茬为水稻,在大田栽培条件下进行。基肥:450 kg/hm² 配方复合肥(理想化工公司),含纯氮85.50 kg, P₂O₅ 70.50 kg, K₂O 30.00 kg。根据氮肥追施时间和追肥量不同,设计10个处理,即T₀(CK):不追施氮肥;T₁:冬灌期追施纯氮34.50 kg/hm²;T₂:冬灌期追施纯氮69.00 kg/hm²;T₃:冬灌期追施纯氮103.50 kg/hm²;T₄:拔节期追施纯氮

34.50 kg/hm²;T₅:拔节期追施纯氮69.00 kg/hm²;T₆:拔节期追施纯氮103.50 kg/hm²;T₇:冬灌期和拔节期分别追施纯氮17.25 kg/hm²;T₈:冬灌期和拔节期分别追施纯氮34.50 kg/hm²;T₉:冬灌期和拔节期分别追施纯氮51.75 kg/hm²。每处理3次重复,随机区组排列。小区面积11 m×3 m,小区间设1.5 m防渗带。播种时间为2012年10月20日,冬灌时间为2013年1月10日,追肥时间为2013年1月21日,拔节追肥时间为2013年3月4日。调查指标包括小麦产量、经济系数、穗粒数、千粒重、穗数。

2 结果与分析

2.1 冬灌期不同纯氮施用量对小麦产量及其构成因素的影响 由表1可知,T₃处理的小麦产量最高,较CK增产36.40%;T₂处理次之,较CK增产32.71%;T₁处理的增产效果较低,仅增产5.56%。T₁处理比CK增施纯氮35.50 kg/hm²,小麦增产312.45 kg/hm²;T₂比T₁处理增施纯氮34.50 kg/hm²,小麦增产1 526.40 kg/hm²;T₃比T₂处理增施纯氮34.50 kg/hm²,小麦增产207.15 kg/hm²。这说明34.50~69.00 kg/hm²氮肥利用效率最大,当追施纯氮量高于69.00 kg/hm²时,其利用效率显著降低。方差分析表明,T₂和T₃处理间的产量、千粒重、穗数差异不显著,T₃处理与CK的产量和穗数差异极显著,各处理间的经济系数、穗粒数、千粒重差异不显著。这说明冬灌期不同氮肥施用量对小麦产量、穗数影响较大,对经济系数、穗粒数、千粒重的影响较小。T₂、T₃处理小麦产量较高的原因在于穗粒数和千粒重变化较小的情况下,增加了穗数,从而提高了产量,进一步分析是增加了有效分蘖,提高了成穗率。

基金项目 现代农业产业技术体系建设专项资金。

作者简介 尹素芬(1980-),女,山东鄄城人,农艺师,硕士,从事小麦栽培技术推广研究。

收稿日期 2016-04-22

表 1 冬灌期不同纯氮施用量下小麦产量及其构成因素

Table 1 The effects of different nitrogen topdressing on Hanmai 6 in winter irrigation

处理 Treatment	产量 Yield kg/hm ²	较 CK 增产 Yield increasing compared with CK//%	经济系数 Economic coefficient	穗粒数 Grain per ear//粒	千粒重 1 000-grain weight//g	穗数 Effective panicles 万穗/hm ²
T ₃	7 667.40aA	36.40	0.454 2abA	36.43aA	42.05aA	573.30aA
T ₂	7 460.25aA	32.71	0.469 0aA	35.78abA	41.30aA	553.05aAB
T ₁	5 933.85bB	5.56	0.456 5abA	37.32aA	41.81aA	451.50bBC
T ₀ (CK)	5 621.40bB	—	0.428 6bA	32.78bA	42.52aA	424.50bC

注:同列不同大、小写字母表示在 0.01、0.05 水平差异显著。

Note: Different capital, lowercases in the same column stand for significant difference at 0.01 and 0.05 level.

2.2 拔节期不同纯氮施用量对小麦产量及其构成因素的影响 由表 2 可知, T₅ 处理的小麦产量最高, 较 CK 增产 55.69%; T₆ 处理的产量次之, 增产 53.40%; T₄ 处理的增产效果较低, 仅增产 34.38%。T₄ 处理较 CK 增产 1 932.45 kg/hm², T₅ 处理较 T₄ 处理增产 1 198.05 kg/hm², T₆ 处理较 T₅ 处理减产 128.70 kg/hm²。这说明氮肥施用量不是越多越好, 当达到一定量时小麦产量反而会降低。这可能是由于拔节期追施 69.00 kg/hm² 纯氮(T₅)时, 小麦对氮素的吸收达到饱和, 再增加纯氮量会抑制小麦吸收土壤中的养分而导致产量下降。

T₆ 处理的穗数最高, 为 699.45 万穗/hm², 且与其他处理差异极显著; T₄、T₅ 处理的穗数差异不显著。拔节期不同纯氮施用量对小麦穗数和千粒重的影响较大, 其中, T₅ 处理的穗粒数最高, 由此可以看出, 纯氮施用量为 0 和 34.50 kg/hm² 时, 主要影响小麦的穗数; 纯氮施用量为 34.50 和 69.00 kg/hm² 时, 主要影响小麦的穗数、穗粒数、千粒重; 追肥量为 69.00 和 103.50 kg/hm² 时, 穗数增加, 穗粒数和千粒重明显下降, 纯氮施肥量和穗数正相关。追施氮肥能明显增加小麦群体的分蘖数, 这与赵琳等^[7]的研究结果一致。

表 2 拔节期不同纯氮施用量下小麦产量及其构成因素

Table 2 The effects of different pure nitrogen topdressing quantity on wheat yield and components in jointing stage

处理 Treatment	产量 Yield kg/hm ²	较 CK 增产 Yield increasing compared with CK//%	经济系数 Economic coefficient	穗粒数 Grain per ear//粒	千粒重 1 000-grain weight//g	穗数 Effective panicles 万穗/hm ²
T ₅	8 751.90aA	55.69	0.506 4aA	41.01aA	42.28aA	548.55bB
T ₆	8 623.20aA	53.40	0.510 7aA	37.00abA	39.19bB	699.45aA
T ₄	7 553.85bB	34.38	0.454 6abA	36.52abA	40.74abAB	516.45bB
T ₀ (CK)	5 621.40cC	—	0.428 6bA	32.78bA	42.52aA	424.50cC

注:同列不同大、小写字母表示在 0.01、0.05 水平差异显著。

Note: Different capital, lowercases in the same column stand for significant difference at 0.01 and 0.05 level.

2.3 冬灌期和拔节期不同纯氮施用量对小麦产量及其构成因素的影响 由表 3 可知, T₉ 处理的产量最高, 较 CK 增产 45.43%, 其次为 T₈、T₇ 处理, 分别增产 39.67% 和 35.72%。3 个处理间经济系数、千粒重、穗数之间差异不显著。2 次追

肥影响较大的产量构成因素为穗粒数, 穗粒数增多导致产量增加。冬灌期和拔节期追施不同纯氮施用量对小麦产量的影响较大, 这是由于穗粒数、千粒重和穗数三者之间协同作用于产量。

表 3 冬灌期和拔节期不同纯氮施用量下小麦产量及其产量构成因素

Table 3 Wheat yield and components under different pure nitrogen application amount in winter irrigation and jointing stage

处理 Treatment	产量 Yield kg/hm ²	较 CK 增产 Yield increasing compared with CK//%	经济系数 Economic coefficient	穗粒数 Grain per ear//粒	千粒重 1 000-grain weight//g	穗数 Effective panicles 万穗/hm ²
T ₉	8 175.30aA	45.43	0.464 4aA	38.93aA	41.42aA	594.00aA
T ₈	7 851.15bAB	39.67	0.459 6aA	34.99abA	41.84aA	588.00aA
T ₇	7 629.45bcB	35.72	0.441 0aA	37.36abA	42.40aA	509.55abAB
T ₀ (CK)	5 621.40dC	—	0.428 6aA	32.78bA	42.50aA	424.50bB

注:同列不同大、小写字母表示在 0.01、0.05 水平差异显著。

Note: Different capital, lowercases in the same column stand for significant difference at 0.01 and 0.05 level.

2.4 不同时期追施 34.50 kg/hm² 纯氮对小麦产量及其构成因素的影响 由表 4 可知, 34.50 kg/hm² 分 2 次追施时 (T₇) 产量最高, 达 7 629.45 kg/hm², 但与拔节期 1 次追施 (T₄) 相比差异不显著, 与冬灌期 1 次追施 (T₁) 及 CK 之间差异极显著。追施 34.50 kg/hm² 纯氮处理间的经济系数、穗粒数、千粒重、穗数差异不显著。与 CK 相比, 3 个处理的穗粒

数明显增多, 且差异显著; 与 CK 相比, 2 次追肥和拔节期 1 次追肥的穗数差异显著, 冬灌期追肥穗数差异不显著。

不同时期追施 34.50 kg/hm² 纯氮对小麦产量有影响, 对经济系数、穗粒数、千粒重、穗数的影响不大, 而穗粒数、千粒重和穗数 3 个因素协同变化作用于产量, 尤其是穗粒数和穗数的作用较大。

表4 不同时期 34.50 kg/hm² 纯氮施用量下小麦产量及其构成因素Table 4 Wheat yield and components under 34.5 kg/hm² pure nitrogen application amount in different periods

处理 Treatment	产量 Yield kg/hm ²	经济系数 Economic coefficient	穗粒数 Grain per ear//粒	千粒重 1 000-grain weight//g	穗数 Effective panicles 万穗/hm ²
T ₇	7 629.45aA	0.441 0aA	37.36aA	42.40aA	509.55aA
T ₄	7 553.85aA	0.454 6aA	36.52aA	40.74aA	516.45aA
T ₁	5 933.85bB	0.456 5aA	37.32aA	41.80aA	451.50abA
T ₀ (CK)	5 621.40cB	0.428 6aA	32.78bA	42.52aA	424.50bA

注:同列不同大、小写字母表示在 0.01、0.05 水平差异显著。

Note: Different capital, lowercases in the same column stand for significant difference at 0.01 and 0.05 level.

2.5 不同时期追施 69.00 kg/hm² 纯氮对小麦产量及其构成因素的影响 由表 5 可知,拔节期追施 69.00 kg/hm² 纯氮时(T₅)的产量、经济系数、穗粒数均最高,与其他处理差异显著或极显著。追施 69.00 kg/hm² 纯氮时,各处理的千粒重、

穗数差异不显著。这说明拔节期追施 69.00 kg/hm² 纯氮主要是通过增加穗粒数提高产量,不同时期追施纯氮 34.50 kg/hm² (T₈)对穗粒数和经济系数的影响最大。

表5 不同时期 69.00 kg/hm² 纯氮施用量下小麦产量及其构成因素Table 5 Wheat yield and components under 69.00 kg/hm² pure nitrogen application amount in different periods

处理 Treatment	产量 Yield kg/hm ²	经济系数 Economic coefficient	穗粒数 Grain per ear//粒	千粒重 1 000-grain weight//g	穗数 Effective panicles 万穗/hm ²
T ₅	8 751.90aA	0.506 4aA	41.01aA	42.28aA	548.55aAB
T ₈	7 851.15bB	0.459 6bcAB	34.99bAB	41.84aA	588.00aA
T ₂	7 460.25cB	0.469 0bAB	35.78bAB	41.30aA	553.05aAB
T ₀ (CK)	5 621.40dC	0.428 6cB	32.78bB	42.52aA	424.50bB

注:同列不同大、小写字母表示在 0.01、0.05 水平差异显著。

Note: Different capital, lowercases in the same column stand for significant difference at 0.01 and 0.05 level.

2.6 不同时期追施 103.50 kg/hm² 纯氮对小麦产量及其构成因素的影响 由表 6 可知,拔节期追施 103.50 kg/hm² (T₆)的产量、经济系数、穗数最高,与其他处理相比差异显著

或极显著。3 个处理间穗粒数差异不显著。这说明拔节期需氮肥量大,足够量的氮肥是保证穗数的前提,穗数增加是 T₆ 处理产量高的主要原因。

表6 不同时期 103.50 kg/hm² 纯氮施用量下小麦产量及其构成因素Table 6 Wheat yield and components under 103.50 kg/hm² pure nitrogen application amount in different periods

处理 Treatment	产量 Yield kg/hm ²	经济系数 Economic coefficient	穗粒数 Grain per ear//粒	千粒重 1 000-grain weight//g	穗数 Effective panicles 万穗/hm ²
T ₆	8 623.20aA	0.510 7aA	37.00abA	39.20cB	46.63aA
T ₉	8 175.30bAB	0.464 4abAB	38.93aA	41.42bA	39.60bB
T ₃	7 667.40cB	0.454 2bAB	36.43abA	42.06abA	38.22bB
T ₀ (CK)	5 621.40dC	0.428 6bB	32.78bA	42.52aA	28.30cC

注:同列不同大、小写字母表示在 0.01、0.05 水平差异显著。

Note: Different capital, lowercases in the same column stand for significant difference at 0.01 and 0.05 level.

3 结论与讨论

(1) 该研究表明,同等肥量,单次追肥,以拔节期追肥效果最好,产量最高。然而,追施氮肥量不是越多越好,拔节期追施 69.00 kg/hm² 时小麦产量最高。追肥时间和追肥量对汉麦 6 号的影响从大到小依次为穗数、产量、经济系数、穗粒数、千粒重。

(2) 该试验发现,陕南稻茬田小麦拔节期追肥,小麦增产效果明显优于年前冬灌期追肥。这是由于拔节期氮素亏缺会导致小麦成熟期的产量降低^[8]。这与盛华安等^[9]的研究结果一致。拔节期追施氮肥的利用率明显高于冬灌期,能达到减肥增效的目的。小麦拔节期一次性氮肥后移技术是提高氮肥利用率及显著增加产量的重要措施,拔节期施肥在量少的情况下,仍可显著提高单产^[10]。冬小麦氮素累积最主

要集中在返青期后至灌浆期,约占最大累积量的 50% ~ 60%,这说明在冬小麦返青后追施氮肥尤为重要^[11]。

(3) 在追肥量高于 69.00 kg/hm² 时,拔节期 1 次追肥的效果优于冬灌期和拔节期 2 次追肥。冬灌期和拔节期 2 次追施纯氮 34.50 kg/hm² 的小麦产量高于拔节期 1 次追施,但经过方差分析可知,二者之间无差异,因此为了节省劳动力最好选择拔节期 1 次追施。

(4) 穗数与追肥量有极强的正相关,随着追肥量的增加,有效穗数不断增多,各处理穗粒数高于对照,但千粒重均低于对照。增施肥料会导致千粒重降低,这与吴永成等^[12]研究的增施氮肥(施氮量 150 kgN/hm² 与施氮量 75 kgN/hm² 相比)有增加小麦有效穗数和穗粒数及降低千粒重的作用的

(下转第 198 页)

tCO₂, 年均 GHG 减排量为 54 093.95 tCO₂, 对于实施区域减排效果显著。该研究为干旱区造林碳汇项目开发积累了一定的基础数据, 能够为相关研究和政策决策提供参考依据。

(2) 由于项目区特定的气候、地理、土壤、水资源等自然环境因素, 与其他学者类似研究相比, 该人工林内生物量和碳储量总体较低, 但是个别支渠相差不大, 甚至偏高, 这主要是受经营管理模式的影响。从碳汇角度考虑, 应该努力寻求适当的种植模式与经营管理方式, 逐步使林分种类和结构多样化, 摆脱目前树种单一, 结构和功能不完整、不稳定, 病虫害频发, 用水方式粗放, 碳汇功能得不到充分提升的状况, 最大限度地提高减排效益。

(3) 克拉玛依造林减排项目位于我国西北内陆干旱区。就该研究结果看, 在干旱区实施造林减排项目具有较好的碳汇效益, 此外造林减排项目的实施还兼有其他生态、社会和经济等效益。考虑到我国林业生产力布局和六大工程的实施情况, 特别是保障我国国土生态安全以及西部地区生态环境建设的需要, 应该推荐和支持发达国家投资者到我国西部生态脆弱地区实施造林减排项目^[11]。但另一方面, 由于干旱区特殊的自然环境因素, 其造林成本可能更高, 如何客观评价在干旱区实施的造林减排项目尚是一个较为复杂的课题。

(上接第 158 页)

结果一致。

(5) 综上, 陕南地区的小麦应当选择在拔节期追肥, 增产效果最明显, 氮肥的贡献率最大。同时, 应当合理选择追肥量, 并不是越多越好。

参考文献

- [1] 张伟, 李鲁华, 吕新. 不同施氮量对滴灌春小麦根系时空分布、氮素利用率及产量的影响[J]. 西北农业学报, 2016, 25(2): 195-202.
- [2] 陈磊, 郝明德, 张少民, 等. 黄土高原旱地长期施肥对小麦养分吸收和土壤肥力的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2007, 13(2): 230-235.
- [3] 袁新民, 杨学云, 同延安, 等. 不同施氮量对土壤 NO₃⁻-N 累积的影响[J]. 干旱地区农业研究, 2001, 19(1): 8-13.
- [4] ARVIND K S, JAGDISH K L, SINGH V K, et al. Calibrating the leaf color chart for nitrogen management in different genotypes of rice and wheat in a system perspective [J]. Agronomy J, 2004, 96: 1606-16211.

(4) 碳汇造林是一种动态极强的系统, 在系统结构和功能上, 具有高度的时空异质性^[6], 其碳汇效应受多方面因素的影响, 全面评价造林减排项目需要长期进行, 今后需要继续跟踪调查, 以尽可能地反映实际情况。

参考文献

- [1] FANG J Y, CHEN A P, PENG C H, et al. Changes in forest biomass carbon storage in China between 1949 and 1998 [J]. Science, 2001, 292(25): 2320-2322.
- [2] 相震, 吴向培. 森林碳汇减排项目现状及前景分析[J]. 环境污染与防治, 2009, 31(2): 94-95.
- [3] 邢尚均, 杜立民, 翟建平, 等. 黄河三角洲人工林碳汇效应研究[J]. 山东林业科技, 2009(3): 5-8.
- [4] 陈先刚, 赵晓惠, 陆梅. 造林再造林项目碳汇能力有效性判别[J]. 东北林业大学学报, 2009, 37(10): 99-101.
- [5] 武曙红, 张小全, 李俊清. 清洁发展机制下造林或再造林项目的额外性问题探讨[J]. 北京林业大学学报(社会科学版), 2005, 4(2): 51-56.
- [6] 袁传武, 张华, 张家来, 等. 武汉市江夏区碳汇造林基线碳储量的计量[J]. 中南林业科技大学学报, 2010, 30(2): 10-15.
- [7] 董鸣. 陆地生物群落调查观测与分析[M]. 北京: 中国标准出版社, 1996: 152-153.
- [8] 李建华. 碳汇林的交易机制、监测及成本价格研究[D]. 南京: 南京林业大学, 2008.
- [9] 于贵瑞. 全球变化与陆地生态系统碳循环和碳蓄积[M]. 北京: 气象出版社, 2003: 279.
- [10] IPCC. 2006 IPCC guidelines for nation greenhouse gas inventories: Volume 2 energy[M]. Japan: IGES, 2006: 18-22.
- [11] 李怒云, 徐泽鸿, 王春峰, 等. 中国造林再造林碳汇项目的优先发展区域选择及评价[J]. 林业科学, 2007, 43(7): 5-9.

[5] ZHANG F S, MI G H, LIU J A. The improvement and application of maize in N efficiency [J]. J Agric Biotech, 1997, 2: 112-117.

- [6] 马兴华, 于振文, 梁晓芳, 等. 施氮量和底追比例对小麦氮素吸收利用及籽粒产量和蛋白质含量的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2006, 12(2): 150-155.
- [7] 赵琳, 吉春容, 李世清, 等. 施氮和不同栽培模式对半湿润农田生态系统冬小麦群体特征的影响[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2007, 12(7): 151-156.
- [8] 曹翠玲, 李生秀. 水分胁迫和氮素有限亏缺对小麦拔节期某些生理特性的影响[J]. 土壤通报, 2003, 34(6): 14-18.
- [9] 盛华安, 张明慧, 周永寿. 小麦氮肥后移技术对产量的影响[J]. 安徽农学通报, 2003, 9(3): 64, 77.
- [10] 刘新月, 乔蕊清, 卫云宗, 等. 冬小麦超高产栽培氮肥后移技术的研究[J]. 山西农业科学, 2001, 29(2): 26-28.
- [11] 陈祥, 同延安, 亢欢虎, 等. 氮肥后移对冬小麦产量、氮肥利用率及氮素吸收的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2008, 14(3): 450-455.
- [12] 吴永成, 杨世民, 汤永禄, 等. 氮肥施用量对攀西地区不同品质类型小麦的产量形成影响研究[J]. 四川农业大学学报, 2007, 25(1): 19-23.