《江苏省大蒜氮高效利用与膨大技术规程》(征集意见稿)编制说明

一、目的意义

编制江苏省地方标准《江苏省大蒜氮高效利用与膨大技术规程》，旨在围绕大蒜氮高效与大蒜膨大效率提高关键技术研究与应用。研发土壤硝酸盐实时原位监测技术，记录不同氮肥底施和追施水平下大蒜膨大的规律及其调控原理，初步解析土壤硝酸盐对大蒜膨大调控规律。围绕氮高效与大蒜膨大效率提高，精准调控大蒜全生育期肥料施用，减少氮肥施用量，降低大蒜种植成本，从而提高大蒜品质，实现节本增效，减少面源污染。

二、任务来源

本技术规程基于 2021-2022 江苏中晚熟大蒜产业集群建设子项目-“大蒜机械智能化作业技术攻关与绿色生产技术师范推广”。根据 2022 年 5 月 31 日江苏省农学会下达的关于征集 2022 年江苏省农学会团体标准（第二批）立项项目的通知，标准牵头单位包括南京农业大学、江苏省农业技术推广总站、徐州市蔬菜研究所、邳州市农业农村局向江苏省农学会提交立项申请;根据 2023 年 1 月 18 日江苏省农学会下达的关于江苏省农学会团体标准（第三批）团体标准立项的公告，批准本标准立项。

三、编制过程（需根据标准制定程序各阶段的进展不断补充，直到可发布为止）

2021.10-2022.5 完成主要叙述资料收集、分析调研、试验验证、综述报告；

2022.5-2022.9 完成技术经济论证过程，草拟文本；

2023.1-2023.5 征求意见。

四、主要内容技术指标确立

简述标准主要内容技术指标确定的**依据**，包括实地调研、查阅资料、试验论证等。

氮素是植物生长发育所需的必需元素之一，也是植物从土壤中吸收最多的元素。氮素构成了植物生长发育所必需的物质，包括蛋白质、氨基酸和激素等。这些物质参与了植物体内一系列的生理代谢调控，控制植物的各种生命活动以及产量构成。目前在我国，由于氮肥的不合理施用导致环境污染问题日益严重。氮肥的过多施用会出现以下几个主要问题：首先，导致土壤中水势下降，造成大蒜水分吸收困难，叶片萎蔫，在大蒜幼苗期过多施用氮肥，甚至会导致徒长，造成大蒜减产，大蒜膨大期过量氮肥会造成品质降低；其次，会产生气体毒害，破坏臭氧层。另外，还可导致水质富营养化等环节污染问题。

通过在盐城市大丰区使用不同氮肥处理探索了大蒜需肥的最佳组合，进一步于邳州市乡村展开大蒜的减氮栽培试验。利用土壤硝酸盐检测探头，对整个生长期（包括苗期、抽苔期、膨大期、收获期）土壤硝酸盐进行实时检测，结合苗期，抽苔期，膨大期，和收获期大蒜的生物量、氮素积累及不同施肥方案对大蒜膨大效果进行分析，获得大蒜全生育期的生长规律与硝酸盐运筹的关系。相关数据为精准调控大蒜全生育期肥料施用，减少氮肥施用量，降低大蒜种植成本提供技术支持。

1. 最佳施肥配比“3414”实验

试验供试大蒜品种为大青棵，试验使用肥料：氮肥为尿素（纯 N46%），磷肥为过磷酸钙（P2O5≥16%），钾肥为硫酸钾（K2O≥52%）。丰县首羡镇（前茬玉米）试验点于 10 月 13 日施基肥整地，10 月 14 日播种，行距 19cm，株距 13cm,3 月 4 日施返青肥，4 月 16 日施膨大肥；邳州碾庄镇（前茬水稻）试验点于 10 月

21 日施基肥和整地，10 月 22 日播种，行距 22cm，株距 12cm，3 月 2 日施返青肥，4 月 20 日施膨大肥；邳州宿羊山镇（前茬水稻）于 10 月 22 日施基肥和整地，10 月 23 日播种，3 月 3 日施返青肥，4 月 21 日施膨大肥。其它田间管理均按当地大蒜高产管理方法进行。氮磷钾肥运筹方式如表 1 所示。

表 1 大蒜“3414”完全试验设计方案（kg/hm^2）

处理编号	处理组合	N	P_2O_5	K_2O
1	$N_0P_0K_0$	0	0	0
2	$N_0P_2K_2$	0	180	240
3	$N_1P_2K_2$	150	180	240
4	$N_2P_0K_2$	300	0	240
5	$N_2P_1K_2$	300	90	240
6	$N_2P_2K_2$	300	180	240
7	$N_2P_3K_2$	300	270	240
8	$N_2P_2K_0$	300	180	0
9	$N_2P_2K_1$	300	180	120
10	$N_2P_2K_3$	300	180	360
11	$N_3P_2K_2$	450	180	240
12	$N_1P_1K_2$	150	90	240
13	$N_1P_2K_1$	150	180	120
14	$N_2P_1K_1$	300	90	120

由表2可见，3个试验点不同肥料处理的大蒜产量均高于不施肥处理（处理1-N0P0K_0.）（表2），且均以处理6（N2P2K2）产量最高，其中首羡镇为24945 kg/hm^2，较处理1增产46.23%，碾庄镇为23438 kg/hm^2，较处理1增产42.83%，宿羊山镇为25412 kg/hm^2，较处理1增产53.30%。首羡镇试验点处理2-N0P2K_2、处理4-N2P0K_2、处理8-N2P2K_0较不施肥处理（处理1- N0P0K_0）分别增产10.13%、22.29%、20.42%，说明N、K互作的增产效应最强，P、K互作的增产效应最差；碾庄镇试验点分别增产7.58%、17.42%、20.73%，宿羊山试验点分别增产9.79%、20.4%、30.76%，说明这两个试验点N、P互作的增产效应最强，P、K互作的增产效应最差。当P和K，N和K，N和P在第2水平时，3个试验点随施氮、施磷、施钾量的增加均呈先升高后降低的趋势。

表 2 不同肥料处理对大蒜产量的影响

处理编号	丰县首羡镇		邳州碾庄镇		邳州宿羊山镇	
	产量（kg/hm²）	增产率（%）	产量（kg/hm²）	增产率（%）	产量（kg/hm²）	增产率（%）
1	17060	0.00	16410	0.00	16577	0.00
2	18788	10.13	17654	7.58	18201	9.79
3	22348	31.00	20753	26.47	23357	40.90
4	20861	22.29	19268	17.42	19959	20.40
5	23099	35.41	21144	28.85	23734	43.17
6	24945	46.23	23438	42.83	25412	53.30
7	23726	39.08	21471	30.84	23959	44.53
8	20542	20.42	19811	20.73	21676	30.76
9	24257	42.19	22254	35.61	24747	49.28
10	23292	36.54	21205	29.22	24214	46.07
11	23554	38.07	21590	31.57	24367	46.99
12	20645	21.02	19892	21.22	21586	30.22
13	21504	26.06	19870	21.08	21915	32.20
14	21862	28.16	20904	27.39	22517	35.83

对大蒜“3414”试验结果进行肥料效应回归模型模拟，得到产量与肥料之间的数学模型为(表3)，三个试验点肥料效应模型拟合度均达到显著水平，且二次项系数均为负值，一次项系数均为正值，可以用来计算最高产量及其施肥量和最佳产量及其施肥量。模型中y 为单位面积大蒜产量，N为纯N施用量；P为P_2O_5施用量；K为K_2O 施用量。根据肥料效应模型，采用数学求导的方法，计算出大蒜氮、磷、钾肥的最高产量施肥量和最高效益施肥量。

表3 三元二次肥料效应模型

试验点	肥料效应模型	R^2	P值
丰县首羡镇	$y=16904.9+19.8436N+19.1397P+8.2606K+0.009NP+0.0411NK+0.0410PK-0.0430N^2-0.0703P^2-0.0568K^2$	0.9438*	0.034214
邳州碾庄镇	$y=16299.1+20.4792N+9.2689P+11.7549K+0.0375NP+0.0034NK+0.0511PK-0.0405N^2-0.0831P^2-0.0483K^2$	0.9370*	0.042261

邳州宿羊山镇	$y=16443.7+23.1457N+26.7649P+10.7701K+0.0556NP+0.0276NK+0.0406PK-0.0568N^2-0.1364P^2-0.0526K^2$	0.9770**	0.006219

本研究基于大蒜“3414”肥料效应试验，建立氮、磷、钾三因素三元二次肥料效应回归模型、二因素二元二次肥料效应模型和单因素一元二次肥料效应模型，计算得出大蒜最高产量和最佳产量下的适宜施肥量，并结合生产实际施肥经验，分析认为丰县首羡镇大蒜推荐施氮(N) 量为309～356kg /hm^2，施磷量(P2O5) 为154～221kg /hm^2，施钾量(K2O) 为203～262kg /hm^2 ；邳州碾庄镇大蒜推荐施氮量(N) 为294～324 kg /hm^2，施磷量(P2O5) 为168～178 kg /hm^2，施钾量(K2O) 为185～201kg /hm^2；邳州宿羊山镇大蒜推荐施氮量(N) 为310～343 kg /hm^2，施磷量(P2O5) 为175～198 kg /hm^2，施钾量(K2O) 为208～249kg /hm^2。以上推荐施肥量在最低施肥量条件下，根据三元二次肥料效应回归模型，理论上丰县首羡镇可以获得亩产1591kg的大蒜产量，邳州碾庄镇可以获得亩产1484kg的大蒜产量，邳州宿羊山镇可以获得亩产1660kg的产量，均达到或超过当地大蒜的高产水平，可以借鉴应用。

2. 大蒜氮钾运筹试验

试验设农民常规施肥对照、优化施肥（氮肥减施 30%，减磷 30%）、优化施肥基肥氮素后移 10%、基肥+返青期施钾、机械播种一次性缓释施肥、一次缓释基肥+一次膨大追肥处理。每个处理设 3 个重复。氮肥运筹的追肥返青肥：膨大肥=2：3 ，所有处理不变，具体基追配比见表 2。小区采用随机区组排列，区组内土壤、地形等条件保持相对一致。

表 4 大蒜作物氮钾肥料运筹试验处理设计

序号	处理		基肥		返青肥		膨大肥		基追比		备注	
			肥料	用量（kg/亩）	肥料	用量（kg/亩）	肥料	用量（kg/亩）	N	K_2O	总氮（N）	总钾（K_2O）
21	常规施肥（CK）		复合肥（17-17-17）	100	尿素	10	尿素	15	6:4	1:0	28.5	17
22	优化施肥（减氮30%，减磷30%）		复合肥（13-15-13）	80	尿素	8.7	复合肥（30-0-26）	20	5:5	7:3	20.4	15.6
23	基肥氮后移10%		复合肥（10-15-14）	80	尿素	10.5	复合肥（29-0-16）	25	4:6	7:3	19.8	16.4
24	钾运筹	基肥增钾+返青期施钾	复合肥（13-15-13）	80	复合肥（20-0-26）	20	尿素	13	5:5	7:3	20.2	16
25		机械播种一次性施肥	缓控释肥（20-12-16）	100	/	/	/	/	1:0	1:0	20	16
26		一次基肥+一次膨大追肥	缓控释肥（18-15-20）	80	/	/	尿素	13	7:3	1:0	20	16

由图 1（a）可见，在单位蒜头总质量方面， T26（2.7kg/1m2）与对照 T21

（2.05kg/1m2）和其他处理（2.18-2.4kg/1m2）存在显著性差异，T26 相较对照 T21 增产 24%。由图 1（b）（c）可知，各处理的单位计产蒜头总个数未见显著性差异，但在大直径蒜头（＞6cm）个数上，各处理均多于对照 T21（16 个/m2），其中 T24 最多，为 20 个/1m2，T25 和 T26 次之，为 19 个/m2。各处理相对对照 T21 在氮肥的总施用上有相应的减少，T22 减少氮肥施用量 8.1kg/亩，T23 减少 8.7kg/亩，T24 减少 8.3kg/亩，T25 和 T26 减少 8.5kg/亩，从以上分析可知氮肥的减少施用并未显著影响大蒜收获期产量，且 T26 施肥处理在减氮的基础上，增产了 24%。这说明 T26 缓控施肥配方提升了大蒜产量，减少氮肥并未影响收获期产量。

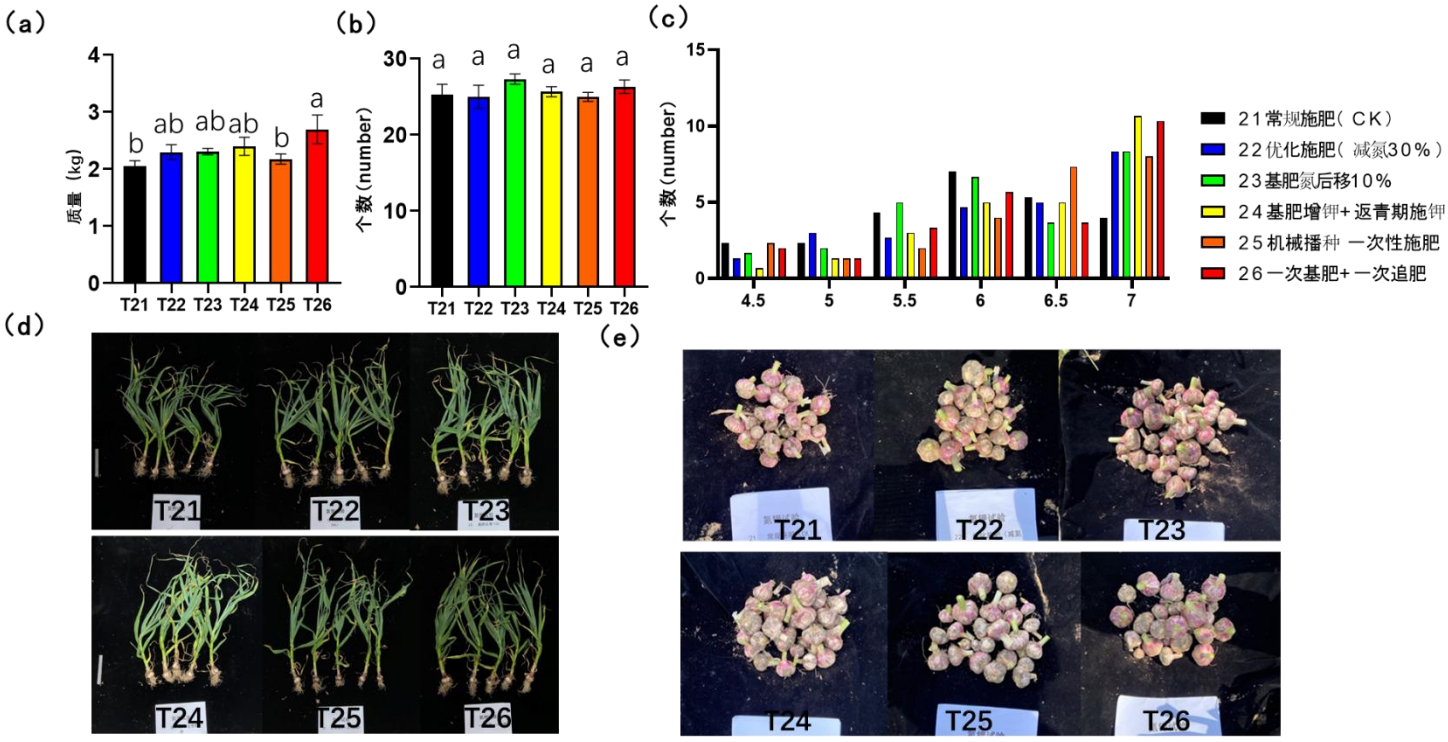

图 1 杨庄村大蒜氮钾运筹试验产量测定

(a) **大蒜氮钾运筹试验收获期单位测产蒜头质量；(b) 大蒜氮钾运筹试验收获期单位测产蒜头个数；(c) 大蒜氮钾运筹试验单位蒜头个数直各径分布图；(d) 大蒜氮钾运筹试验抽薹期样品图；(e) 大蒜需硫试验单位测产图。**

注：测产方式为，在各处理的小区地块用尺量出一平方米的面积，将面积中所包含的大蒜全部取出统计总质量和总个数（共 36 个小区，共计 36 个产量数据；蒜头称重前统一保存 2-3cm 的茎）。T21 表示常规施肥（CK）N：K=28.5：17（基

追比 N=6：4，K2O=1：0）；T22 表示优化施肥（减氮 30%）N：K=20.4：15.6（基追比 N=5：5，K2O=7：3）；T23 表示基肥氮后移 10%N：K=19.8：16.4（基追比 N=4：6，K2O=7：3）；T24 表示基肥增钾+返青期施钾 N：K=20.2：16（基追比 N=5：5，K2O=7：3）；T25 表示机械播种一次性施肥 N：K=20：16（基追比 N=1：0，K2O=1：0）；T26 表示一次基肥+一次追肥 N：K=20：16（基追比 N=7：3，K2O=1：0）。

3. 大蒜入土角度对产量影响

试验于 2021 年 10 月至 2022 年 5 月在邳州市碾庄村进行，选择平坦、齐整、肥力均匀的地块。供试品种为邳州白蒜。

试验设置 7 个蒜种的不同入土方向（蒜种根部中心至芽尖的连线与土壤水平面的夹角，图 2）：蒜种直立（根部朝下，蒜种纵轴与地表水平面的夹角约 90°）、蒜种倾斜 45°（蒜种纵轴与地表水平面的夹角约 45°）、蒜种倾斜 30°（蒜种纵轴与地表水平面的夹角约 30°）、蒜种倾斜 0°（蒜种纵轴与地表水平面的夹角约 0°）、蒜种倾斜－45°（蒜种纵轴与地表水平面的夹角约－45°，即蒜种倒置 45°）、蒜种倾斜－30°（蒜种纵轴与地表水平面的夹角约－30°，即蒜种倒置 30°）和人工撒播（方向随机）处理，共计 7 个处理（图 2）。于 2021 年 10 月 21 日在邳州碾庄村播种，覆盖地膜，按照常规方法进行田间管理。每个处理设 3 次重复，共 21 个小区，每区块面积为 3.2m*5m，与大蒜种植机播种行距与株距一致（16*22 cm），每区块播种 11 行，每行 30-33 瓣蒜。施用的肥料为每亩地 50kg 复合肥料（硫酸钾型）N:P:K=18:5:23，40kg 生物有机肥，大蒜播种前撒施并深翻入土壤。

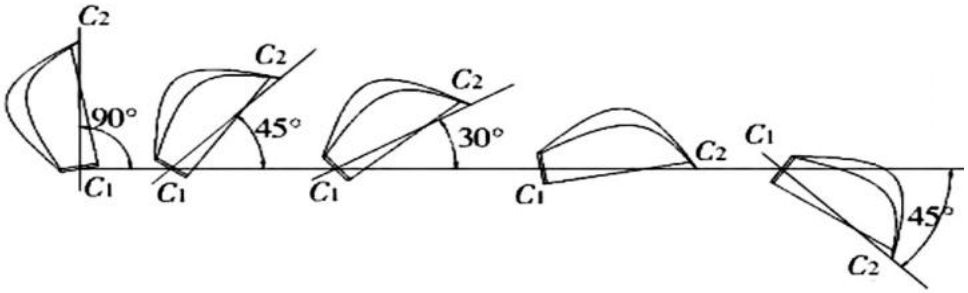

图 2 蒜种入土方向示意图

注：大蒜种子根部中心与牙尖连线 C1C2 为大蒜种子纵轴

蒜种不同入土角度显著影响了出苗率（表 5）。牙尖向上的入土角度--倾斜

30°、倾斜 45°和直立，出苗率均在 90%以上，可以满足生产需要；而牙尖向下以及平躺的入土角度--倾斜-30°、倾斜-45°、倾斜 0°和撒播，出苗率均显著较低，在 60%以下，且出苗不整齐，增加了播种和人工破膜的成本。

蒜株返青后，对蒜苗的取样测定发现，牙尖向上的入土角度--倾斜 30°、倾斜 45°和直立，植株较粗壮，相关的生长指标--株高、假茎粗、叶片数、鳞茎直径和植株干鲜重，均显著高于牙尖向下入土角度的植株，由此可见，播种时蒜种牙尖向下抑制了蒜株的生长，对生产蒜苗不利。此外，调查发现，播种时蒜种的不同入土角度显著影响了蒜苗的形态，产生了一些基部弯曲的蒜株（图 3），尤其是牙尖向下以及平躺的入土角度--倾斜-30°、倾斜-45°、倾斜 0°和撒播，其基部弯曲的蒜株显著较多且弯曲程度较大。

因此，蒜种机械播种时需严格控制蒜种入土角度在倾斜 30°至直立的范围内，以保证高的出苗率和植株生物量的积累，同时提高蒜苗的商品率，利于蒜苗的销售盈利。

表 5 大蒜入土角度对植株形态的影响

测试指标 / 处理	出苗率（%）	株高 (cm)	假茎长 (cm)	假茎粗 (mm)	鳞茎直径 (mm)	叶片数	单株鲜重 (g)	单株干重 (g)	基部弯曲植株占比（%）
倾斜-45°	57.2 b	26.3 b	7.7 a	10.3 b	15.1 ab	6 ab	9.0 bc	1.4 bc	***100 a***
倾斜-30°	48.3 b	24.8 b	7.5 a	8.5 c	14.0 b	6 b	7.7 c	1.2 c	***100 a***
倾斜 0°	55.0 b	25.9 b	6.1 b	10.3 b	14.9 ab	6 ab	9.2 bc	1.5 bc	***100 a***
撒播	58.9 b	26.0 b	5.6 c	10.1 b	14.6 b	6 ab	8.9 bc	1.5 bc	70 ab
倾斜30°	**96.1 a**	**29.5 a**	5.3 c	11.9 a	16.4 a	7 ab	**12.0 a**	**2.0 a**	40 c
倾斜45°	**91.7 a**	**29.5 a**	5.5 c	11.4 a	16.3 a	7 ab	**12.1 a**	**2.1 a**	60 bc
直立	**94.4 a**	**29.7 a**	5.2 c	11.1 a	15.7 ab	7 a	**11.3 ab**	**1.9 ab**	40 c

图 3 不同入土角度的蒜苗形态

上述实验经过田间小区验证，栽培实验示范，实验验证的准确度较高，可靠性、稳定性较好，可以作为共性技术，形成规范，指导生产实践。

五、与相关法律法规和国家标准的关系

本规范编制引用了如下标准或规范：

GB/T 3543 农作物种子检验规程。

GB/T 8321（所有部分)农药合理使用准则。

NY/T496 肥料合理使用准则。

DB32/T 608-2009 徐州白蒜分等分级。

DB32/T 953-2006 徐州白蒜生产技术规程。

DB32/T 3632-2019 大蒜地膜覆盖栽培及地膜回收技术规程。

六、实施推广建议

本文件规定了大蒜种植过程中氮高效与大蒜膨大的相关术语和定文、不同时期水肥管理等方面的技术要求。

本文件适用于江苏省大蒜栽培。

七、团体标准涉及专利的说明

无。

八、重大分歧意见的处理经过和依据

无。