长期施肥条件下土壤生物量氮的动态及其调控氮素营养的作用①

韩晓日 邹德乙 郭鹏程 陈恩凤

(沈阳农业大学土壤农化系,沈阳 110161)

摘 要

本文研究了棕壤定位试验13年后的土壤生物量氮变化及氮素营养作用。结果表明,长期施用有机肥或化肥均能增加土壤生物量氮数量,尤以有机肥的作用明显。生物量氮的基础含量能够反映土壤供氮能力大小,其季节变化主要受施肥,土壤温度和水分等因素影响。不同施肥区生物量氮的周转期为0.25～0.52年,其中以低量有机肥与氮肥配合周转速度最快,其周转期为0.25年,当季不施肥区周转期较长,平均0.45年。微生物体提供的氮量中大部分来自活化土壤中的有机氮,其中单施氮肥区微生物体供氮量大于作物吸氮量;施用氮磷化肥区微生物供氮量与作物吸氮量基本相等;施用氮磷钾化肥微生物体供氮量仅占作物吸收量的75.1%,与当季不施肥区接近。不同施肥区微生物体供氮量与作物吸收氮量及产量之间存在明显的正相关关系。

关键词 棕壤 生物量氮 氮素营养 长期试验

土壤微生物生物量氮(Microbial biomass-N,简称生物量氮)是土壤有机质组分之一。其数量虽少,但却控制着农田生态系统中碳,氮养分循环,对土壤有机质含量,氮磷钾的供给以及有机无机养分转化起重要作用[1,5,10,13]。在氮素肥力研究中,许多问题的深入以及不同问题之间的彼此联系都离不开对生物量氮的了解。生物量氮的活性及其消长是土壤氮素内循环的本质性内容。有关生物量氮在调控土壤氮素肥力中的作用,国内外研究不多,尤其在长期施用有机肥和化肥条件下,土壤生物量氮的动态变化及其对作物供氮作用研究很少。本研究结合棕壤长期定位试验,探讨有机无机肥不同配合施用条件下土壤生物量氮的变化规律及其在氮素肥力中的作用。

一、材料与方法

供试土壤为沈阳农业大学棕壤长期定位试验地。该试验地从1979年建立,为玉米一玉米一大豆轮作(1979～1992)。本研究选择10个施肥区,每区160m^2。处理为:(1)CK(不施肥);(2)N(化学氮肥);(3)NP(氮磷化肥配合);(4)NPK(氮磷钾化肥);(5)M_1(低量有机肥);(6)M_1N;(7)M_1NP;(8)M_2(高量有机肥);(9)M_2N;(10)M_2NP。氮肥用硫铵或尿素,磷肥用过磷酸钙,钾肥用硫酸钾。玉米年施N120kg/hm^2,$P_2O_5$60kg/hm^2,K_2O 30～60kg/hm^2;大豆年施N22.5kg/hm^2,$P_2O_5$90kg/hm^2,K_2O60～90kg/hm^2。有机肥用猪厩肥,平均含有机质11.96%,N0.56%,$P_2O_5$0.83%,K_2O1.09%;低量有机肥处理(M_1)年施13.5t/hm^2,高量有机肥处理(M_2)年施27t/hm^2。

① 本文是第一作者导师陈恩凤教授和郭鹏程教授指导下完成的博士论文一部分。得到国家教委科学基金资助。
收稿日期:1995-04-08

1992年供试土壤的基本肥力状况见表1。1992年种植大豆(辽豆10号)不施有机肥。

田间土壤样本采集从春播前到秋收后土壤封冻时止，全年共13次，均为0～20cm耕层土壤。

表 1　各施肥区耕层(0～20cm)土壤肥力性状(1992)

Table 1　Soil fertility of different treatmonts (0～20cm layer)

处理 Treat.	有机质($g kg^{-1}$) organic matter	全氮($g kg^{-1}$) Total N	全磷($g kg^{-1}$) Total P	碱解氮($mg kg^{-1}$) Hydrolysable N	可矿化氮($mg kg^{-1}$) Mineralizable N	有效磷($g kg^{-1}$) Available P	pH (H_2O)
试验前(1979)	15.9	0.796	0.38	105.5	-	6.1	6.50
CK	14.6	0.795	0.32	86.7	10.7	11.6	6.20
N	14.5	0.798	0.31	86.0	18.7	7.2	5.52
NP	14.7	0.934	0.40	94.5	27.0	17.0	5.42
NPK	15.1	0.824	0.46	94.0	21.9	21.0	5.48
M_1	18.5	0.964	0.40	102.7	31.1	31.8	6.85
M_1N	18.2	0.998	0.43	103.2	38.9	19.0	6.09
M_1NP	18.2	1.024	0.49	100.5	36.6	67.3	6.29
M_2	19.3	1.044	0.47	102.2	37.5	73.5	6.91
M_2N	19.4	1.034	0.50	108.9	54.0	71.8	6.31
M_2NP	19.3	1.124	0.56		63.3	94.7	6.41

大豆植株样本分别在苗期(6月1日)，分枝期(7月4日)，开花期(7月27日)，鼓粒期(8月31日)和成熟期(10月2日)采集，并进行生物性状调查和植株分析。

土壤生物量氮测定根据Brookes(1985)，Jenkinson(1988)和Antomio Gallado(1990)提出的氯仿灭菌提取法，并经作者作一定修改[2]。具体步骤如下：

称取过5mm筛新鲜土壤50g(相当于干土40g)于100ml培养皿中，在真空干燥器中用氯仿抽气灭菌24小时。用反复抽真空的方法除去残存氯仿，即用0.5mol/L K_2SO_4溶液将土壤转移到250ml塑料离心管中(液：土＝4：1)，振荡30分钟，滤液用开氏法消煮，测定提取液中全氮含量。以不灭菌土壤在相同条件下提取的全氮含量为对照。根据下式计算生物量氮：Biomass-N = 2.22EN

式中EN为灭菌与不灭菌土壤以0.5mol/L K_2SO_4提取全氮含量之差；2.22为KN = 0.57时的经验比例系数，KN为微生物灭菌培养后矿化成NH_4^+-N的系数。

其它土壤农化性状测定用常规分析法。

二、结果与讨论

(一)长期施肥对土壤生物量氮的影响

有机肥和化肥长期不同配合施用对土壤生物量氮影响不同。经过13年轮作施肥，土壤肥力和产量水平已经发生了明显变化(表1)[2]，而土壤生物量氮变化更为敏感。一般认为作物种植前或收获后，在没有足量有机物料施入土壤时，土壤生物量氮比较稳定，它的多少决定于该土壤氮素肥力的高低[3]。本研究发现把不受当季施肥影响的生物量氮作为土壤生物量氮的基础含量(4月13日测定)，它与不同季节生物量氮平均值十分接近，基本反映了土壤氮素肥力的高低(表2)。

从表2结果可以看出，不同施肥区土壤生物量氮的基础含量有较大变化。长期施用化肥(包括N，NP，NPK区)土壤生物量氮均比较低，平均为9.26mg/kg，但比不施肥区(CK)平均增加34.6%。说明长期施用氮肥能增加生物量氮含量，这与Shen等的研究一致[12]。可能是施用氮肥

后，作物生长量大，其残留物包括根、分泌物及残茬等，归还到土壤中的有机物料增加，从而为微生物活动补充了碳源[6]。

表 2 不同施肥区土壤生物量氮的含量及其季节变化(mg kg^{-1}，1992)

Table 2 The contents and seasonal changes of biomass-N of different treatments

处理 Treat.	采样日期(日/月) Sampling date (day/month)													
	13/4	28/4	14/5	1/6	15/6	4/7	27/7	16/8	31/8	16/9	2/10	18/10	5/11	平均
CK	6.9	8.6	9.0	5.6	11.3	13.9	9.8	13.7	5.0	6.8	6.7	6.0	2.3	8.1
N	9.1	19.4	15.3	5.8	29.6	27.0	15.4	15.9	9.4	10.6	16.3	9.5	3.6	14.4
NP	9.7	18.3	14.7	9.7	35.6	23.5	15.5	8.2	13.9	15.3	19.8	5.8	6.2	15.1
NPK	9.0	20.3	14.6	11.6	32.4	28.5	19.3	15.9	20.2	17.1	15.4	7.4	3.8	16.6
M_1	19.8	14.6	9.9	17.3	14.4	20.2	15.2	29.0	12.6	19.2	23.2	17.8	6.9	16.9
M_1N	18.9	31.8	13.4	9.8	33.8	25.8	9.9	10.8	24.9	9.0	22.0	12.7	7.5	17.7
M_1NP	16.6	35.3	15.5	18.0	22.2	20.3	10.2	24.6	8.4	12.1	14.3	11.2	3.1	16.3
M_2	17.9	13.0	17.3	22.8	16.2	24.7	22.3	25.7	15.3	20.3	18.4	20.5	4.6	18.4
M_2N	18.7	36.1	32.0	16.6	16.9	27.0	25.2	9.7	25.6	18.6	19.0	23.2	2.3	20.8
M_2NP	17.3	39.6	34.5	21.8	17.4	17.5	24.0	13.2	20.8	22.0	20.3	21.0	2.2	21.6

施用有机肥区，无论是低量或高量有机肥及其与化肥配合施用，土壤生物量氮均高于不施肥和单施化肥区。其基础含量平均为18.2mg/kg，比对照和单施化肥区分别增加1.6倍和1倍，但不同施有机肥区之间差异不明显。这是因为长期施用有机肥料后，土壤有机质的残效迭加效应，使不同用量有机肥区之间效应接近。连续施用有机肥料提高了土壤有机质含量，增加了微生物同化碳，氮养分供应，使生物量氮增加；而单施化肥区土壤微生物活动受碳源不足的影响，使生物量减少。这些变化规律与国外研究结果基本相似[4]。

土壤生物量氮的基础含量是土壤有效养分的贮库[13]。将生物量氮与土壤全氮，有机质可矿化氮量，碱解氮以及速效氮之间进行逐步回归或相关分析表明，在基础供氮能力方面，生物量氮与全氮关系最密切($R = 0.976, n = 11$)，达到极显著相关。其次为有机氮和有机质，它们与生物量氮关系也达到极显著相关(R分别为0.973和0.901，$n = 11$)。说明生物量氮的基础含量能够反映土壤供氮能力的大小。在土壤有效氮中，生物量氮与碱解氮呈显著的正相关($R = 0.901, n = 11$)，其次为可矿化氮量($R = 0.722, n = 11$)；而与土壤速效氮呈负相关。表明土壤生物量氮不仅能代表土壤有效氮量，而且还有一定的保氮作用。Kerstin[9]等报导土壤矿化生成的无机氮有55%～89%来自土壤微生物体氮，由此说明了生物量氮构成了土壤氮素活性库的主要部分。

(二)不同施肥条件下土壤生物量氮的动态变化

从表2结果还可以看出，种大豆时不施肥区(CK，M_1，M_2)土壤生物量的季节变化比较平稳，总趋势是春秋低，夏季高。因为夏季气温高，植物生长旺盛，根系分泌物增加，土壤温度和水分条件适于微生物繁殖生长，到8月底，土壤残留的根茬等有机物料已基本分解，其中的有效碳已被微生物利用。微生物分解有机物的作用减慢以后，开始自身的矿化过程，使生物量氮呈下降趋势。连续施用有机肥料各时期土壤生物量氮均显著高于对照。

长期单施化肥土壤生物量氮在施肥后1周(4月28日)出现第一个高峰，平均达19.3mg/kg，到大豆苗期(6月1日)下降到最低值，平均为9.0mg/kg，与施肥前接近。6月中旬生物量氮又出现第二高峰，平均32.5mg/kg，以后又缓慢下降，到9～10月份接近施肥前水平。施肥后土壤生物量氮

的增加主要是微生物对来自肥料和土壤有机氮矿化出无机氮的固定，由于土壤缺少微生物活动所需的碳源，施肥后生物量氮的增加并不多。进入6月份，由于土壤水分和温度适宜，引起土壤氮的净激发效应，此时硝化作用强烈，NO_3^--N迅速增加，有利于作物对氮的吸收。由于长期施用化肥，土壤可被分解的有机物料较少，进入7月份生物量氮便开始下降，直到土壤封冻时。

有机肥与化肥配合土壤生物量氮的季节变化与单施化肥基本相似(表2)，但在施肥后1周生物量氮达到最高；高量有机肥与化肥配合生物量氮高峰持续到5月中旬，以后变化基本与土壤水分变化一致。其它施肥区生物量氮呈波浪式变化。有机肥与化肥配合施用时，土壤微生物固定无机氮能力增强，表现在施肥后生物量氮平均为35.7mg/kg，比施肥前净增加20.9mg/kg。

逐步回归分析结果表明，在单施化肥区，土壤水分，固定态铵含量(FN)和NO_3^--N含量的变化对生物量氮影响最大，其最优回归方程为：

$$Y(BN) = -29.08 + 0.842X_1(\text{水分}) + 0.165X_2(FN) + 0.768X_3(NO_3^-N) \quad (R^2 = 0.75, n = 39)$$

低量有机肥与化肥配合时，土壤固定态铵和NO_3^--N对生物量氮影响最大，而土壤水分变化对生物最氮没有显著作用，其最优回归方程为：

$$Y(BN) = -19.24 + 0.201X_2(FN) + 0.711X_3(NO_3^-N) \quad (R^2 = 0.71, n = 26)$$

由此说明，土壤水分适宜有利于微生物活动，使施肥或矿化释放的无机氮立即被粘土矿物和微生物固定，但也不难看出，无机氮的生物固定或矿物固定并未显著地减少NO_3^--N含量。在当季不施肥区，土壤水分和无机氮的变化对生物量氮均未产生显著影响，说明土壤生物量氮的季节变化主要受施肥影响。生物量氮的季节变化，促进了微生物体养分的内外交换，成为植物获得养分的主要来源之一。

表 3　不同施肥区生物量氮的周转量及周转强度(1992)

Table 3　The turnover amount and intensity of biomass-N of different treatments

处理 Treat.	年累加矿化量($mgkg^{-1}$) Year additive mineralization N	年累加同化量($mgkg^{-1}$) Year additive assimilation N	年周转量($mgkg^{-1}$) Year turnover amount	年周转强度(%) Year turnover intensity	周转期(年) Turnover period (year)
CK	20.6	15.9	36.5	224.7	0.45
N	47.0	41.4	88.4	307.2	0.33
NP	49.9	40.7	90.7	300.6	0.33
NPK	41.6	36.5	78.1	235.8	0.42
M_1	50.6	37.7	88.3	260.8	0.38
M_1N	76.3	64.9	141.2	398.6	0.25
M_1NP	59.2	45.6	104.8	321.9	0.31
M_2	42.1	28.9	71.0	193.2	0.52
M_2N	64.8	48.4	113.2	271.7	0.37
M_2NP	56.6	42.2	98.9	229.0	0.44

注：年周转量＝年累加矿化量＋年累加同化量

$$\text{年周转强度}(\%) = \frac{\frac{1}{2}\text{年周转量}}{\text{年平均生物量氮含量}} \times 100$$

$$\text{周转期}(\text{年}) = \frac{1}{\text{年周转强度}}$$

(三)土壤生物量氮的周转量及周转强度

表3看出,由于当季没有施有机肥料,所有施肥区微生物累加矿化氮量均大于累加同化氮量,但两者差异不大。单施化肥区(N、NP、NPK)土壤生物量氮累加矿化和同化氮量比对照(CK)分别增加1.2倍和1.5倍,其年周转量与单施有机肥区接近。说明长期施用化肥时微生物在分解土壤有机质和供给作物养分方面的能力都很强,与长期施用有机肥料的作用相当。长期施用有机肥料可直接增加土壤有机氮的数量,从而提高矿化氮的供给;而长期施用无机氮肥虽然对土壤全氮影响不大,但作物残留物归还到土壤中的有机氮增加[2],这部分有机氮比土壤中较老有机质中氮转化要快,因此微生物周转量增加。这与Glending和Powlson的研究结果一致[6]。

在有机肥与化肥配合施用区,土壤有机碳和氮丰富,土壤生物量氮的年累加矿化和同化氮量比对照平均分别高出2.1倍和2.2倍,其年周转量比单施有机肥或化肥也平均高出1/3以上,其中M_1N和M_2N区周转量最大。说明有机一无机肥配合施用不仅土壤生物量氮增加,而且微生物在土壤氮素循环中生物活力也大大增强,表现在生物量氮的周转强度大或周转期短。

单施化肥区生物量氮周转期均低于对照,但NPK区比N或NP区高,可能与NPK区作物吸氮量增加有关。单施有机肥区生物量氮周转期较长,这与连年施有机肥土壤有机碳积累较多,而土壤氮素供应不足,使微生物周转氮量减少有关,这些结果同Jenkinson的研究结果一致[7,8]。有机无机肥配合施用,土壤生物量氮循环周转速度加快,其机理有待进一步研究。但这一现象有助于说明肥沃土壤具有持续稳定的供肥能力,不仅与肥沃土壤通常具有宏大的有机营养库有关,也与土壤中"活"有机营养库的更新周转速度较快有关。微生物同化和矿化氮量增加表明土壤具有很高的保肥和供肥能力。

本研究中测定的不同施肥区生物量氮的周转期在0.25～0.52年(3～6个月),比Jenkinson测定的结果(1.5～2.5年)小得多[7,8]。其原因是Jinkinson测定土壤生物量氮季节变化次数较少,不可能观测到微生物全部消长变化,因此测定的周转期可能大于实际周转期。而本研究测定次数较多,每月测定两次,使测定的生物量氮季节变化更接近于实际变化。这在同位素试验中也得到证明,标记^{15}N的生物量氮在土壤中周转较快。另外不同土壤和气候条件下生物量氮的周转期不同,生物量氮的周转期愈小,在养分调控中的作用就愈大。

(四)微生物体对作物供氮的作用

土壤微生物通过分解,土壤中的有机氮为作物提供可利用氮,而土壤微生物体自身的更新、周转,矿化出的氮也可作为作物供氮的重要来源之一。从表3还可以看出,微生物体年累加矿化氮量是相当可观的,微生物体矿化释放出的氮对作物高度有效[11]。但这些矿化的氮量在作物生长期间能否被作物吸收,则是土壤氮素肥力研究的问题之一。

根据土壤生物量氮和周转期可以推算出一年中耕层(0～20cm)土壤微生物体为作物提供的氮量,结果列于表4。

表4表明,不论施用化肥还是施用有机肥土壤微生物体为作物提供的氮量均显著增加,平均比对照增加166.4%;其中有机肥与化肥配合的比单施有机肥或单施化肥分别增加43.8%和33.6%,单施化肥和单施有机肥微生物体供氮量接近。但随着有机肥用量增加,微生物体供氮量有减少趋势。说明连续单施有机肥,微生物体以同化固定为主,自身的矿化量减少,某种程度上有利于保肥。

土壤微生物体对作物供氮量远超过当季作物施肥量(当季作物施N量为22.5kg/hm^2),

表 4　不同施肥区(0～20cm)土壤微生物体对作物供氮量估算(1992,田间)

Table 4　The estimate of supplying N amount by biomass-N for crop of different fertilizer plots (0～20cm soil layer) (1992, field)

项　目 Item	CK	N	NP	NPK	M_1	M_1N	M_1NP	M_2	M_2N	M_2NP
生物量氮总量(kg/hm^2) Total biomass-N	18.3	32.4	33.9	37.3	38.1	39.9	36.6	41.4	46.9	48.6
微生物体供氮量(kg/hm^2) SupplyingN amount by biomass-N	41.0	99.3	101.9	87.9	99.2	158.8	117.8	79.8	127.4	111.1
作物吸收氮量(kg/hm^2) uptake of N by crop	55.2	55.9	100.9	117.1	116.7	118.2	126.4	98.5	103.6	123.9

$$\text{微生物体供氮量}(kg/hm^2)=\frac{\text{土壤生物量氮总量}}{\text{周转量}}$$

大豆吸收氮量按1/3来自土壤氮计算。

说明微生物体提供的氮量中大部分来自活化土壤中的有机氮。从作物吸氮量来看(表4),不同施肥区微生物体对作物供氮量占作物吸收氮量的74.3%～134.3%,差异较大。其中单施氮肥(包括N,M_1N,M_2N)微生物体对作物的供氮量远远超过含氮量,N、M_1N和M_2N区供氮量(N)比吸氮量(N)分别超出43.4、40.5和23.9kg/hm^2,这部分氮可能造成氮素损失。施用氮磷化肥(NP、M_1NP、M_2NP)微生物体对作物供氮量与作物吸氮量基本相等。而施用氮磷钾化肥,由于作物吸氮量增加,微生物体供氮量仅占作物吸氮量的75.1%,单施有机肥区由于当季大豆没有施有机肥料,微生物靠活化土壤中的有机氮所提供的氮量约占作物吸收氮量的81.0%～88.8%。而长期不施肥区(CK)微生物供氮量占作物吸氮量的74.3%,这比通常认为微生物体氮占土壤供氮量的5%～6%的推算要高得多。相关分析结果表明,土壤微生物体对作物的供氮量与作物吸收氮量和产量存在明显的正相关(R分别为0.933和0.931,n = 7)。说明作物吸收的氮量中绝大部分是来自于微生物体矿化释放的氮。除单施氮肥区由于氮的激发效应,微生物体供氮量大于作物吸氮量外,其它施肥区微生物体供氮量均小于作物吸氮量,所以矿化释放的氮不会造成大量损失。

参 考 文 献

1　韩晓日,1992:长期施肥对土壤微生物体氮量动态变化的影响。辽宁省首届青年学术年会论文集,东北工学院出版社。319～322。

2　韩晓日,陈恩凤,郭鹏程,1995:长期施肥对作物产量及土壤氮素肥力的影响。土壤通报,第25卷5期。

3　Bonde A T et al., 1988: Microbial biomass as a fraction of potentially mineralizably N in Soil from long term field experiments. Soil Biol. Biochem., 20(4):447～452.

4　Boyle M et al., 1989: Carbon and nitrogen mineralization kinetics in soil previously amended with sewage sluge. Soil Sci. Soc. Am. J.53: 99～103.

5　Dharni Dhar Patra et al., 1992: Effect of plant residues on the size of microbial biomass and nitrogen mineralization in soil incorporation of cowpea and wheat straw. Soil Sci. Plant Nutr., 38(1):1～6.

6　Glendining M J et al., 1990: Transaction of 14th International congress of Soil Science Vol.IV. commision 9～13, Japan.

7　Jenkingson D S et al., 1981: Microbial biomass in soil measurement and turnover. Soil Biochemistry, Marcel Dekker, New york, 5:415～471.

8　Jenkinson D S et al., 1989: The nitrogen cycle in the Broadbalk wheat experiment: a model for the turnover of nitrogen

through the soil microbial biomass. Soil Biol. Biochem, 21(4):535～541.

9 Kerstin Robertson et al., 1988: Microbial biomass in relation to C and N mineralization during laboratory incubations. Soil Biol. Biochem, 20(3):281～286.

10 Patra D D et al., 1990: Seasonal changes of soil microbial biomass in an arable and grass-land Soil which have been under uniform management for many years. Soil Biol. Biochem, 22(6):739～742.

11 Shen S M et al., 1984: Mineralization and immobilization of nitrogen in fumigated soil and the measurement of microbial biomass N. Soil Biol. Biochem, 16:437～444.

12 Shen S M et al., 1989: The nitrogen cycle in the Broadalk wheat experiment: ^{15}N-labelled fertilizer residues in soil and in the soil microbial biomass. soil Biol. Biochem, 21:529～533.

13 Smith J L et al., 1990: The significance of soil microbial biomass estimation. Soil Biochemstly. Marcel Dekker, Inc. New york and Basel, 6:357～396.

CHANGE OF SOIL BIOMASS-N AND ITS ROLE IN ADJUSTING-CONTROLLING NITROGEN NUTRITION UNDER LONG-TERM FERTILIZATION CONDETIONS

Han Xiaori Zhou Deyi Guo pengcheng Chen Enfeng

(Department of Soil Science, Shenyang Agricultural university, 110161)

Summary

This paper dealt with the changes of microbial biomass-N and its role in nitrogen nutrition through a 13-year field experment with different fertilizer treatmants on brown earth. Results showed that long term application of NPK fertilizers or manure could increase soil biomass-N, especially the effect of manure on biomass-N was obvious. The basic content of biomass-N (before fertilizer application) could reflect the capacity of offering N by soil. The seasonal fluctuation of biomass-N was mainly affected by applying fertilizer, soil temperature, soil moisture and other factors. The turnover period of biomass-N was between 0.25 and 0.52 year in different fertilizer plots, in which application of N fertilizer with low amount of manure the turnover period was 0.25 year and in which current plots without fertilization the turnover period was 0.45 year in average. The amount of offering N by biomass-N was mostly from active organic N in soil. In Single N fertilizer plots the amount of offerng N by biomass was higher than that of N uptake by crop; in NP fertilizer plots the both was equal to same and in NPK fertilizer plots the amount of offering N by biomass was lower than that of N uptake by crop. There existed a close relationship between the offerng N by biomass and the uptake of N by crop and yield in various fertilizer plots.

Key Words Brown earth Microbial biomass-N Nitrogen nutrition Long term experiment