

肥料三要素それぞれの働きを調べる

生物資源科学部 生物生産科学科

2年 齋藤 優奈

指導教員 生物資源科学部 生物生産科学部

教授 松本 武彦

1. はじめに

生物生産科学実習を受講し、植物の生育には窒素、リン酸、カリウムが必要で、これらを肥料三要素と呼ぶことを学んだ。普段の実習では肥料成分のどれかを制限してその生育経過を観察するという事は困難である。そのため、このうちの一つを作物に与えなかった場合どのような影響がみられるか調べてみたいと考えた。

本研究では、窒素、リン酸、カリウムのいずれか一つを制限してミニトマトの栽培を行うことで、収量および肥料成分の吸収量、収穫後の土壌化学性を調べることを目的として行う。

2. 方法

(1) 植物の栽培

表1に施肥処理、各肥料の施肥量を示した。肥料成分の乏しい黒土を用い窒素、リン酸、カリウムをそれぞれ施肥しなかった処理区、これらを全て施肥した処理区を設けた。さらに、カルシウムおよびマグネシウムを施肥の有無を加えた条件を設けた。また、N、P、Kの処理については肥料成分を含む、市販の園芸培土でも実施した。

これらのポットにミニトマトの苗を移植し、野外で3か月栽培した。

表1 施肥処理及び各肥料の施肥量

| 処理区 | 供試土 | 肥料の施肥量(g/pot) | | | | | | 追肥 | |
|-------|------|---------------|--------|------|----------|-----|----------|------|--|
| | | 基肥施肥量 | | | | | 硫酸アンモニウム | 硫酸加理 | |
| | | 硫酸アンモニウム | 過リン酸石灰 | 硫酸加理 | 硫酸マグネシウム | 消石灰 | | | |
| N-0 | 黒土 | 0 | 11.4 | 6.6 | 0 | 0 | 0 | 0.27 | |
| N-C | 黒土 | 0 | 11.4 | 6.6 | 0 | 39 | 0 | 0.27 | |
| N-M | 黒土 | 0 | 11.4 | 6.6 | 1.6 | 0 | 0 | 0.27 | |
| N-CM | 黒土 | 0 | 11.4 | 6.6 | 1.6 | 39 | 0 | 0.27 | |
| P-0 | 黒土 | 4.7 | 0 | 6.6 | 0 | 0 | 0.63 | 0.27 | |
| P-C | 黒土 | 4.7 | 0 | 6.6 | 0 | 39 | 0.63 | 0.27 | |
| P-M | 黒土 | 4.7 | 0 | 6.6 | 1.6 | 0 | 0.63 | 0.27 | |
| P-CM | 黒土 | 4.7 | 0 | 6.6 | 1.6 | 39 | 0.63 | 0.27 | |
| K-0 | 黒土 | 4.7 | 11.4 | 0 | 0 | 0 | 0.63 | 0 | |
| K-C | 黒土 | 4.7 | 11.4 | 0 | 0 | 39 | 0.63 | 0 | |
| K-M | 黒土 | 4.7 | 11.4 | 0 | 1.6 | 0 | 0.63 | 0 | |
| K-CM | 黒土 | 4.7 | 11.4 | 0 | 1.6 | 39 | 0.63 | 0 | |
| 3F-0 | 黒土 | 4.7 | 11.4 | 6.6 | 1.6 | 0 | 0.63 | 0.27 | |
| 3F-C | 黒土 | 4.7 | 11.4 | 6.6 | 0 | 39 | 0.63 | 0.27 | |
| 3F-M | 黒土 | 4.7 | 11.4 | 6.6 | 1.6 | 0 | 0.63 | 0.27 | |
| 3F-CM | 黒土 | 4.7 | 11.4 | 6.6 | 1.6 | 39 | 0.63 | 0.27 | |
| N-R | 園芸培土 | 0 | 11.4 | 6.6 | 0 | 0 | 0 | 0.27 | |
| P-R | 園芸培土 | 4.7 | 0 | 6.6 | 0 | 0 | 0.63 | 0.27 | |
| K-R | 園芸培土 | 4.7 | 11.4 | 0 | 0 | 0 | 0.63 | 0 | |
| 3F-R | 園芸培土 | 4.7 | 11.4 | 6.6 | 0 | 0 | 0.63 | 0.27 | |

(2) 調査項目

調査した項目は、草丈、収量、栽培後の土壌化学性 (pH、可給態リン酸、交換性塩基(K、Ca、Mg))、植物体の肥料成分含有率(N、P、K、Ca、Mg)である。

3. 結果

(1)草丈および観察結果

黒土および園芸培土ともに全肥料処理は他の処理に比べて、草丈が大きかった。窒素を施肥しなかった処理は草丈が小さく、葉の数も少なかった。カリウムを施肥しなかった処理では、葉に黄化している部分が見られた。



(2)収量

果実数では、三要素全て施肥した処理と園芸培土の処理が他の処理と比べて多い傾向にあった。

写真1 ミニトマトのポットの様子

最も多い個数は3 F-R の45個である。また、マグネシウムだけの処理とマグネシウムとカルシウム両方の処理したとき、特に果実数が多かった。

重量は、窒素を施肥しなかった処理で少なく、今回の結果で最も重い値と比べると約3倍の差がある。重量はマグネシウムとカルシウム両方施肥した処理が大きい傾向にある。また、重量の値は果実数より全体的に各処理区における差が大きいといえる。

乾物率も三要素施肥した処理、園芸培土の処理が最も大きかった。

(3) 土壌中の pH、元素濃度

土壌 pH は園芸培土の処理が他の処理と比べて高かった。可給態リン酸についても園芸培土の処理が他と比べて約5倍高かった。しかし、園芸培土の中で-P-R の処理だけ少し低めの数値となった。

(4)作物体の元素濃度

茎葉の-N-R 処理はリン酸濃度が他と比べて特に大きかった。カリウム濃度も茎葉3 F-CM、-N-R が高かった。カルシウムとマグネシウム濃度は果実より茎葉の方が高かった。また、カリウム、リン酸、カルシウム、マグネシウム濃度は8月分の果実より、9月に採れた果実の方が高かった。そして、それぞれの元素濃度について果実も茎葉も園芸培土の処理が高い傾向にあった。

果実の窒素とカリウムの吸収量はマグネシウムのみ施肥した処理で最も高かった。カルシウム、マグネシウム、リン酸吸収量はカルシウムとマグネシウム両方を施肥した処理で高かった。

作物体の茎葉において、カリウムと窒素の吸収量はカルシウムのみを施肥した処理で最も高かった。一方、マグネシウムとカルシウムの吸収量はカルシウムとマグネシウム両方を施肥しなかった処理で最も高いという結果になった。

果実と茎葉の窒素吸収量は約6倍の差が、カルシウム吸収量は約2倍の差があった。窒素、

リン酸吸収量は果実の方が高く、カルシウム吸収量は茎葉の方が高かった。

4. 考察

窒素を施肥しなかった処理で草丈が小さく、葉の数も少なくなったのは、窒素不足により植物全体が矮性になったからと考えられる。カリウムを施肥しなかった処理で葉に黄化が見られた。このことから、カリウム欠乏症が起きたと考えられる。

可給態リン酸は、園芸培土の処理で高い傾向にある。また、リン酸を施肥しない処理の根元も可給態リン酸が高かった。リン酸を施肥していないのにも関わらず、可給態リン酸が高かったのは、苗を植え替える際、もともと苗が入っていたポットの土が含まれているからだと考えられる。

表2より、窒素を施肥しない処理とカリウムを施肥しない処理で、果実の個数は少ない傾向にある。カリウムを施肥しない処理で平均果実重も少ないことから、カリウムは果実の肥大に関係していると考えられる。また、作物体の果実のカリウム吸収量はマグネシウムよりカルシウムを施肥した処理の方が少なくなっていることが分かる。これは、カルシウムがカリウムの吸収を阻害したからだと考えられる。

マグネシウムとカルシウムの有無による果実の個数の差を比べると、マグネシウムのみ施肥した処理が最も多かった。しかし、生重は他と比べて低くなっている。平均果実重も最も低い値になっている。このことから、マグネシウムのみ処理ではたくさん個数を収穫できるのに対し、大きさにばらつきがあることが考えられる。2回目の期間に収穫した果実の個数はカルシウムのみ処理で最も多く、1回目の期間と異なる結果となった。また、平均果実重が低くなっている原因として、1回目と同様に大きさのばらつきが考えられる。茎葉重は三要素を施肥した処理で最も高かった。さらに、マグネシウムとカルシウムによる差を比べると、カルシウムのみ処理が高い値となった。このことから、カルシウムとマグネシウムの拮抗作用が関係していると考えられる。

リン酸を施肥しない処理では、果実の個数は他とほぼ同じくらいであるのに対し、生重や平均果実重が小さくなっている。このことから、リン酸は果実の肥大化に関わっていると考えられる。

5. まとめ

窒素を施肥しない処理で草丈が小さかったことから、窒素は植物の生長に関わると考えられる。カリウムを施肥しなかった場合に葉に黄化が見られた。このことから、カリウムの働きとして、葉の栄養素に関わり、さらに、マグネシウムとカルシウムの吸収を抑える働きがあると考えられる。リン酸は施肥しなかった処理の平均果実重が小さいことから、果実の肥大化促進に関係していると考えられる。以上のように、肥料要素によって、収量に違いが出るのが明らかになった。

表2 土壌の元素濃度

| | 可給態リン酸(mg/100g乾土) | 土壌pH | 交換性塩基(mg/100g) | | |
|-------|-------------------|------|----------------|------|------|
| | | | K | Ca | Mg |
| N-0 | 2.94 | 5.57 | 1.7 | 7.9 | 5.5 |
| N-C | 3.02 | 6.63 | 3.8 | 37.8 | 17.0 |
| N-M | 2.75 | 5.45 | 1.8 | 5.3 | 3.3 |
| N-CM | 2.86 | 6.51 | 4.0 | 34.9 | 17.8 |
| P-0 | 2.51 | 5.37 | 2.0 | 6.6 | 4.7 |
| P-C | 2.55 | 6.52 | 3.3 | 29.1 | 16.2 |
| P-M | 2.58 | 5.51 | 0.5 | 1.8 | 1.3 |
| P-CM | 2.56 | 6.42 | 0.8 | 7.4 | 4.4 |
| K-0 | 2.82 | 5.41 | 0.2 | 1.7 | 1.1 |
| K-C | 2.81 | 6.42 | 0.3 | 9.8 | 4.6 |
| K-M | 3.17 | 5.51 | 0.2 | 2.1 | 1.4 |
| K-CM | 2.84 | 6.36 | 0.2 | 8.7 | 4.5 |
| 3F-0 | 2.79 | 5.63 | 0.4 | 2.9 | 2.1 |
| 3F-C | 2.80 | 6.76 | 0.5 | 15.5 | 7.0 |
| 3F-M | 2.75 | 5.38 | 0.4 | 2.0 | 1.3 |
| 3F-CM | 2.73 | 6.66 | 0.7 | 12.0 | 5.9 |
| N-R | 10.95 | 7.06 | 1.1 | 12.4 | 5.7 |
| P-R | 5.46 | 6.82 | 0.5 | 10.9 | 5.9 |
| K-R | 10.83 | 6.85 | 0.3 | 9.6 | 5.0 |
| 3F-R | 9.30 | 6.67 | 0.5 | 9.6 | 4.4 |
| P-根元 | 9.16 | 5.48 | 1.5 | 5.0 | 2.5 |

表3 果実の Ca、Mg 吸収量

| 吸収量Ca | 0 | C | M | CM | 平均 |
|-------|-------|--------|--------|--------|--------|
| N | 14.3 | 40.7 | 20.5 | 28.4 | 25.975 |
| P | 28.1 | 41 | 55.5 | 34.6 | 39.8 |
| K | 40.2 | 46.3 | 60.3 | 64.8 | 52.9 |
| 3F | 53.6 | 45.3 | 67 | 81.5 | 61.85 |
| 平均 | 34.05 | 43.325 | 50.825 | 52.325 | |

| 吸収量Mg | 0 | C | M | CM | 平均 |
|-------|------|--------|--------|------|--------|
| N | 12.8 | 36.9 | 20.5 | 25.2 | 23.85 |
| P | 22 | 31.7 | 37.5 | 31.2 | 30.6 |
| K | 19.3 | 28.5 | 33.5 | 40.8 | 30.525 |
| 3F | 33.1 | 26.8 | 34.2 | 51.6 | 36.425 |
| 平均 | 21.8 | 30.975 | 31.425 | 37.2 | |

表4 茎葉重

| 茎葉重 | 0 | C | M | CM | 平均 |
|-----|-------|-----|------|------|-------|
| N | 2.8 | 5.1 | 2.5 | 2.7 | 3.275 |
| P | 1.5 | 8.6 | 8.5 | 1.7 | 5.075 |
| K | 3.7 | 6.8 | 3 | 8.6 | 5.525 |
| 3F | 10.5 | 9.1 | 13 | 8.8 | 10.35 |
| 平均 | 4.625 | 7.4 | 6.75 | 5.45 | |

表5 7・8月の果実数および重量

| 果実数 | 0 | C | M | CM | 平均 |
|-----|----|------|------|-------|----------|
| N | 12 | 8 | 17 | 11 | 9.6 |
| P | 13 | 18 | 26 | 13 | 13.11111 |
| K | 10 | 14 | 11 | 27 | 13.84615 |
| 3F | 21 | 22 | 32 | 18 | 16.05882 |
| 平均 | 14 | 15.5 | 21.5 | 17.25 | |

| 生重 | 0 | C | M | CM | 平均 |
|----|---------|-------|--------|---------|----------|
| N | 32.61 | 64.79 | 41.14 | 52.49 | 47.7575 |
| P | 46.63 | 55.23 | 68.2 | 55.67 | 56.83333 |
| K | 55.17 | 61.71 | 70.92 | 78.72 | 66.63 |
| 3F | 68.56 | 62.05 | 66.6 | 75.41 | 68.155 |
| 平均 | 50.7425 | 62.85 | 61.715 | 65.5725 | |

| 平均果実重 | 0 | C | M | CM | 平均 |
|-------|--------|------|--------|------|--------|
| N | 2.88 | 8.1 | 2.42 | 4.77 | 4.5425 |
| P | 3.59 | 3.07 | 2.62 | 4.28 | 3.39 |
| K | 5.52 | 4.41 | 6.45 | 2.92 | 4.825 |
| 3F | 3.26 | 2.82 | 2.08 | 4.19 | 3.0875 |
| 平均 | 3.8125 | 4.6 | 3.3925 | 4.04 | |

表6 8・9月の果実数および重量

| 果実数 | 0 | C | M | CM | 平均 |
|-----|------|------|------|----|-------|
| N | 3 | 12 | 2 | 9 | 6.5 |
| P | 1 | 9 | 15 | 3 | 7 |
| K | 10 | 8 | 3 | 4 | 6.25 |
| 3F | 13 | 13 | 13 | 8 | 11.75 |
| 平均 | 6.75 | 10.5 | 8.25 | 6 | |

| 生重 | 0 | C | M | CM | 平均 |
|----|-------|-------|---------|---------|---------|
| N | 9.06 | 20.18 | 8.52 | 13.23 | 12.7475 |
| P | 7.83 | 16.92 | 28.56 | 13.35 | 16.665 |
| K | 9.53 | 16.13 | 13.58 | 8.15 | 11.8475 |
| 3F | 33.46 | 16.49 | 33.91 | 15.18 | 24.76 |
| 平均 | 14.97 | 17.43 | 21.1425 | 12.4775 | |

| 平均果実重 | 0 | C | M | CM | 平均 |
|-------|--------|--------|-------|--------|--------|
| N | 3.02 | 1.68 | 4.26 | 1.47 | 2.6075 |
| P | 7.83 | 1.88 | 1.9 | 4.45 | 4.015 |
| K | 0.95 | 2.02 | 4.53 | 2.04 | 2.385 |
| 3F | 2.57 | 1.27 | 2.61 | 3.15 | 2.4 |
| 平均 | 3.5925 | 1.7125 | 3.325 | 2.7775 | |