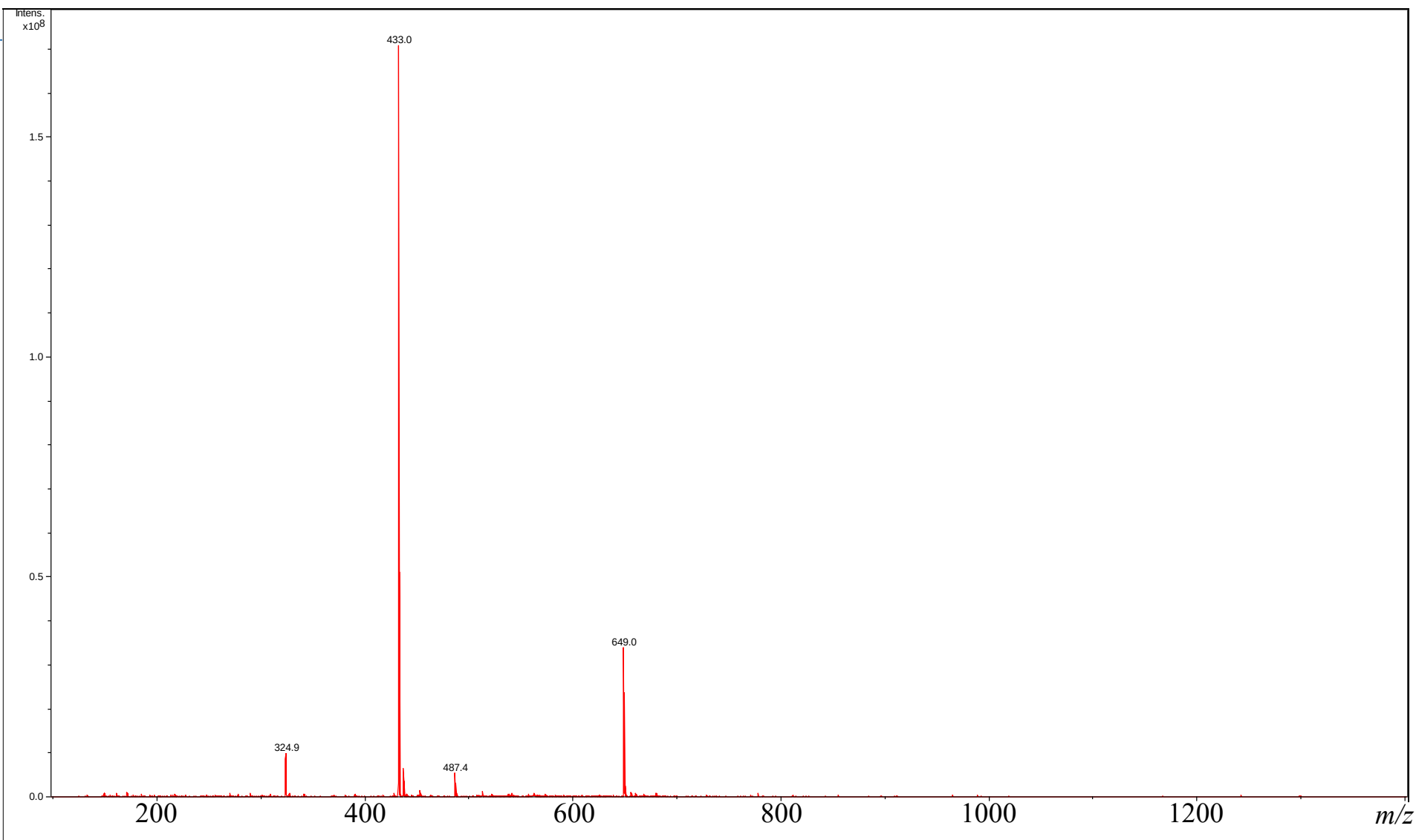


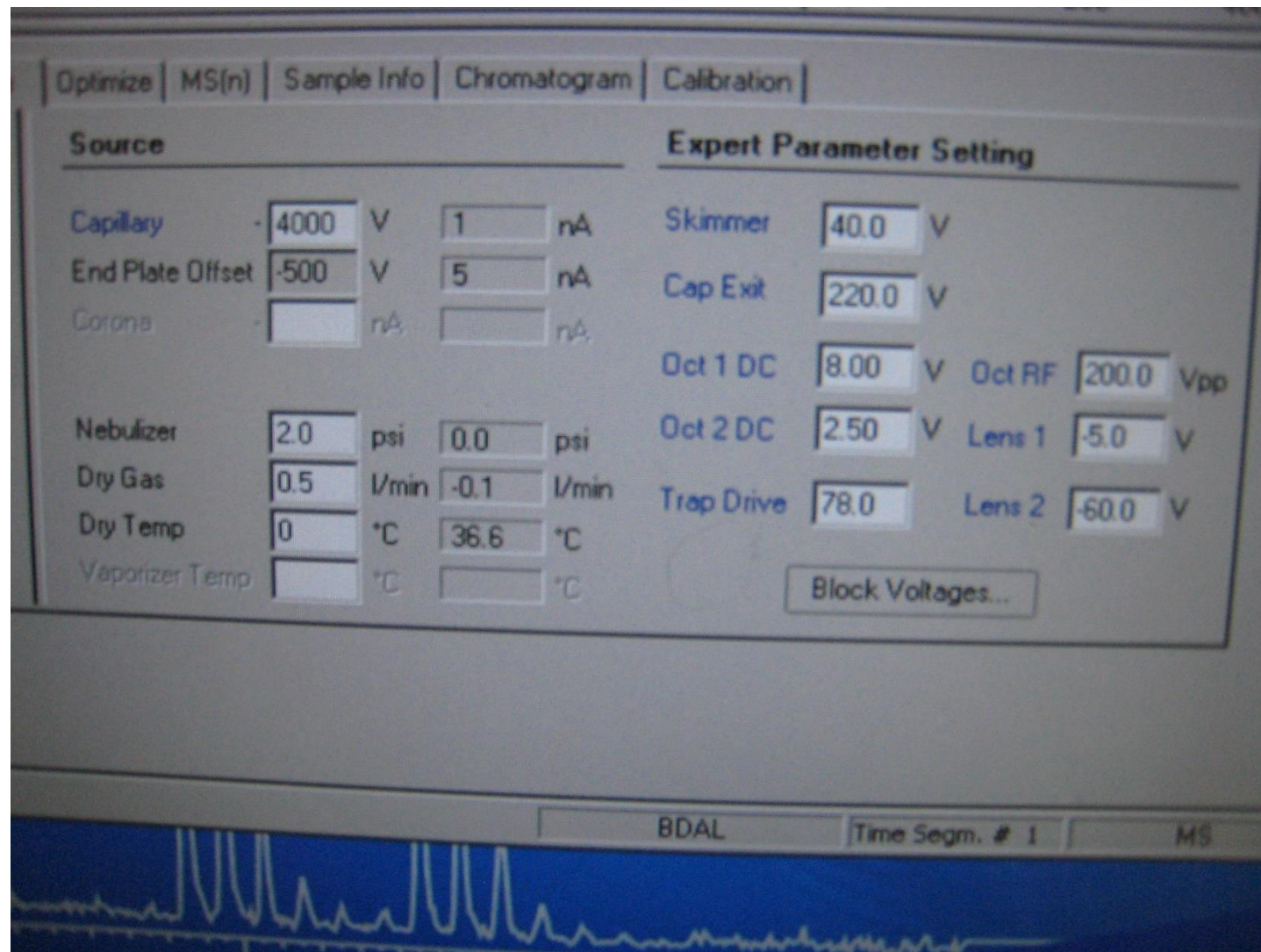
自然科学実験Ia  
エレクトロスプレーイオン化法  
(ESI - Ion Trap)  
講義資料・第二部

# ESI mass spectra of Angiotensin I

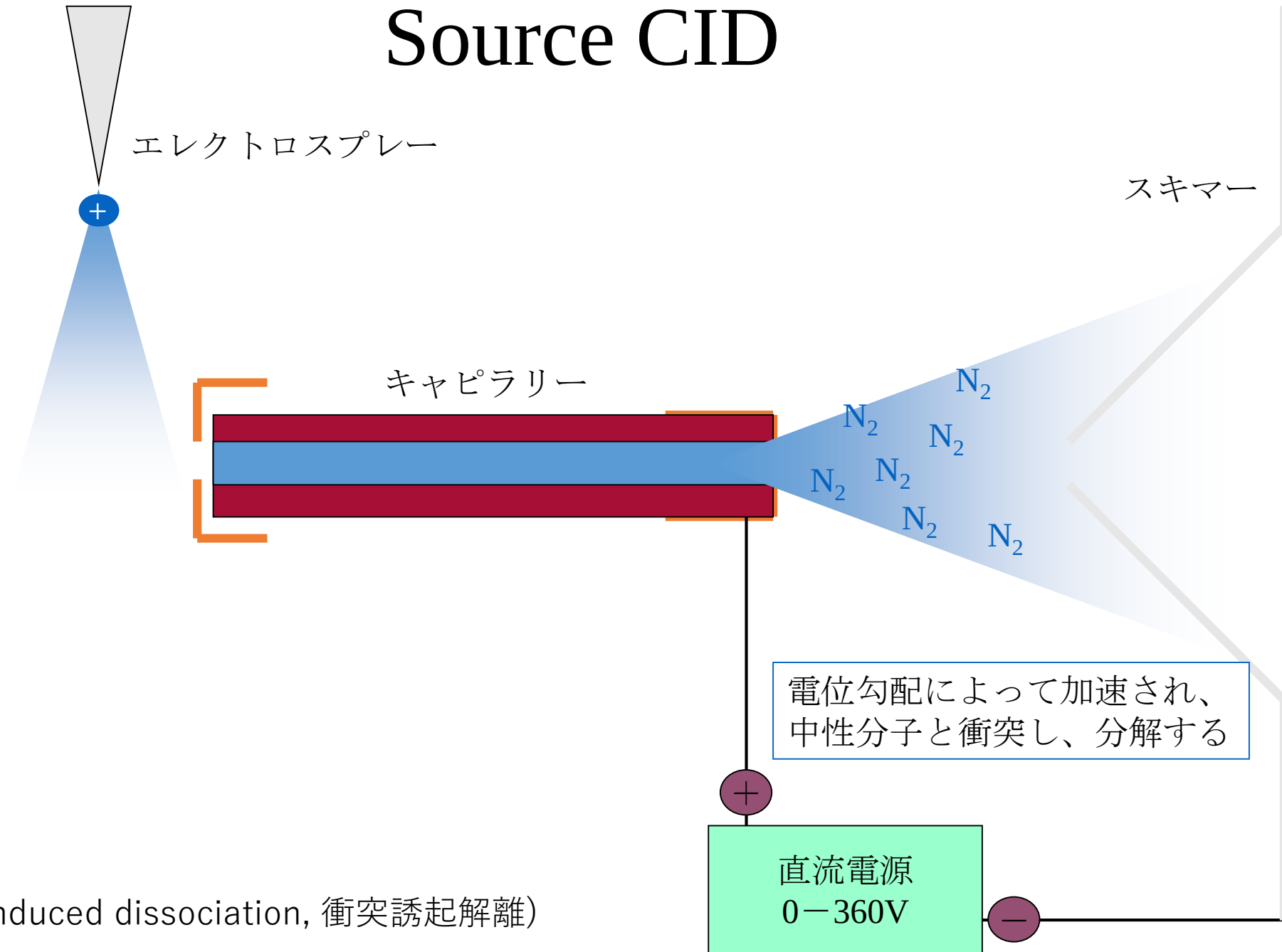
Mass Range 100 – 1400 (Da), Vcap 115 (V)



真空導入キャピラリー出口  
(Cap Exit)の電圧を変化させる



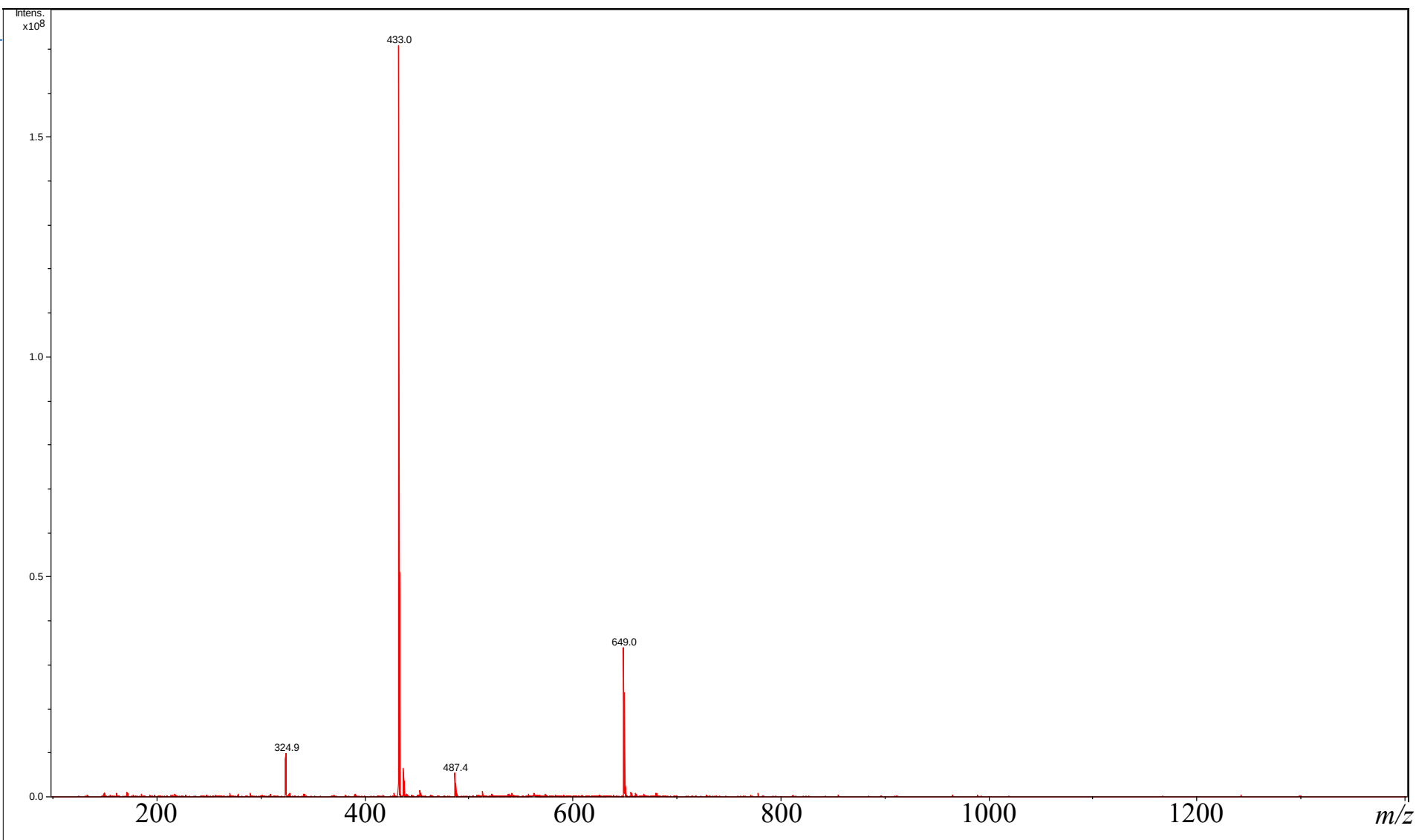
# Source CID



CID(collision induced dissociation, 衝突誘起解離)

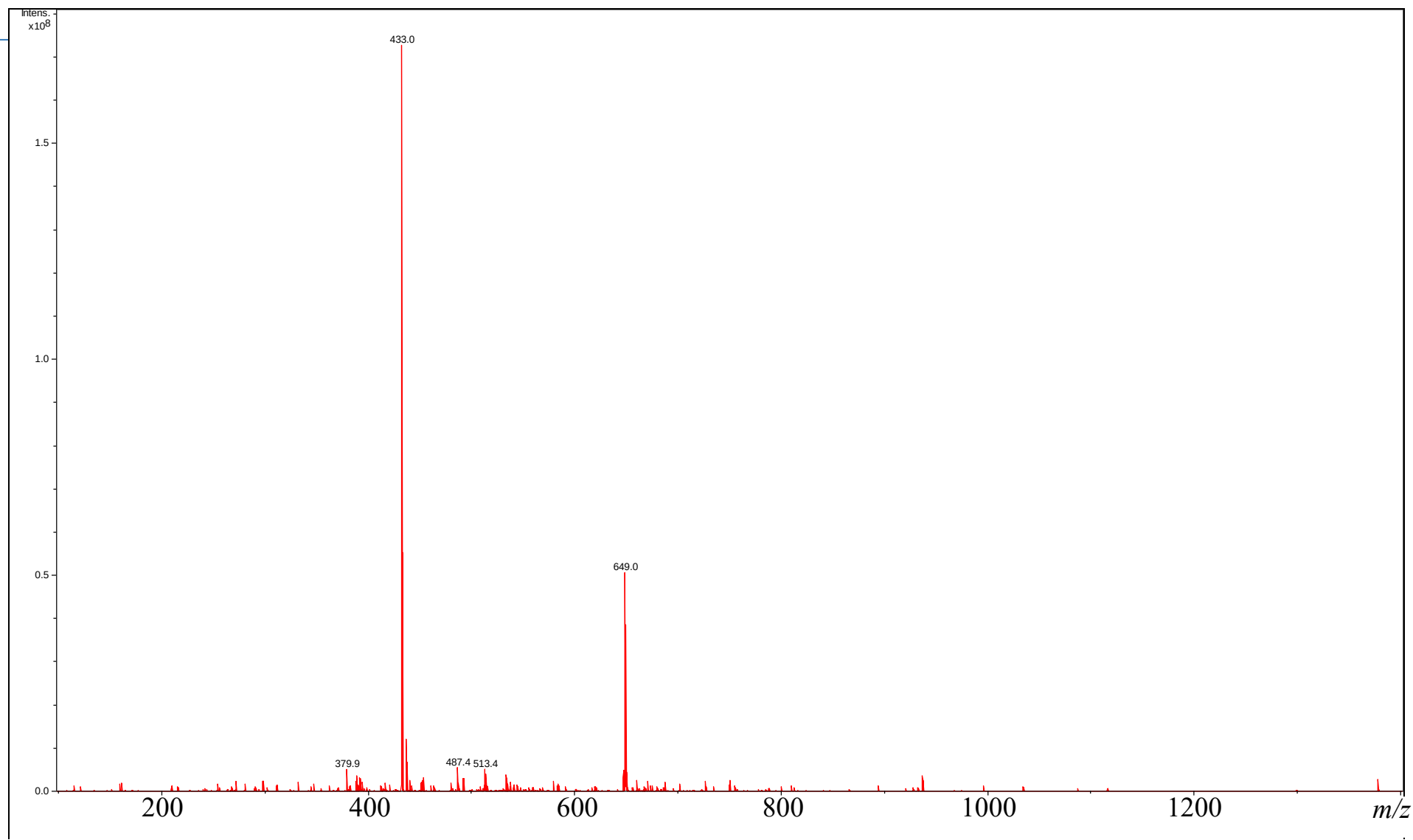
# ESI mass spectra of Angiotensin I

Mass Range 100 – 1400 (Da), Vcap 115 (V)



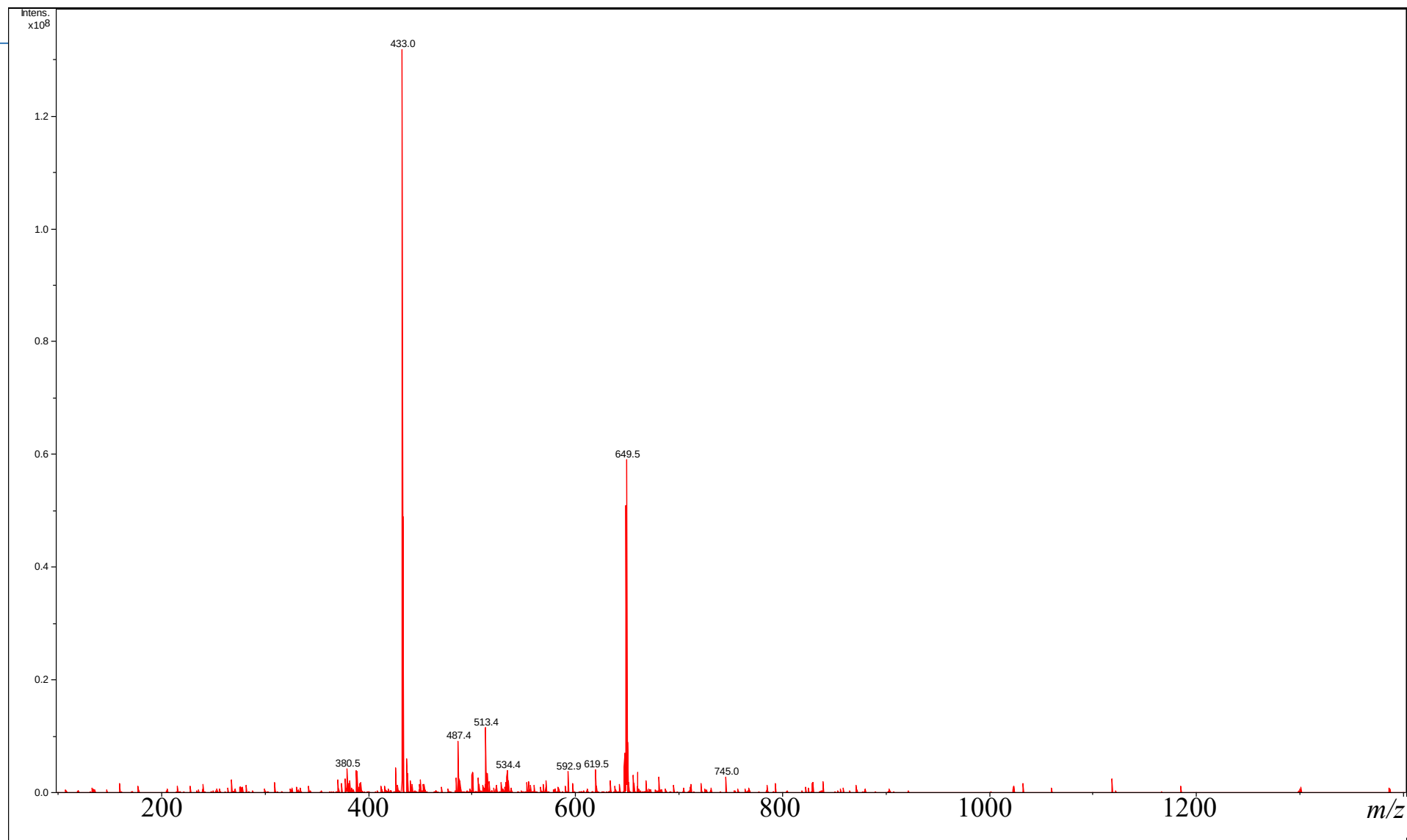
# ESI mass spectra of Angiotensin I

Mass Range 100 – 1400 (Da), Vcap 180 (V)



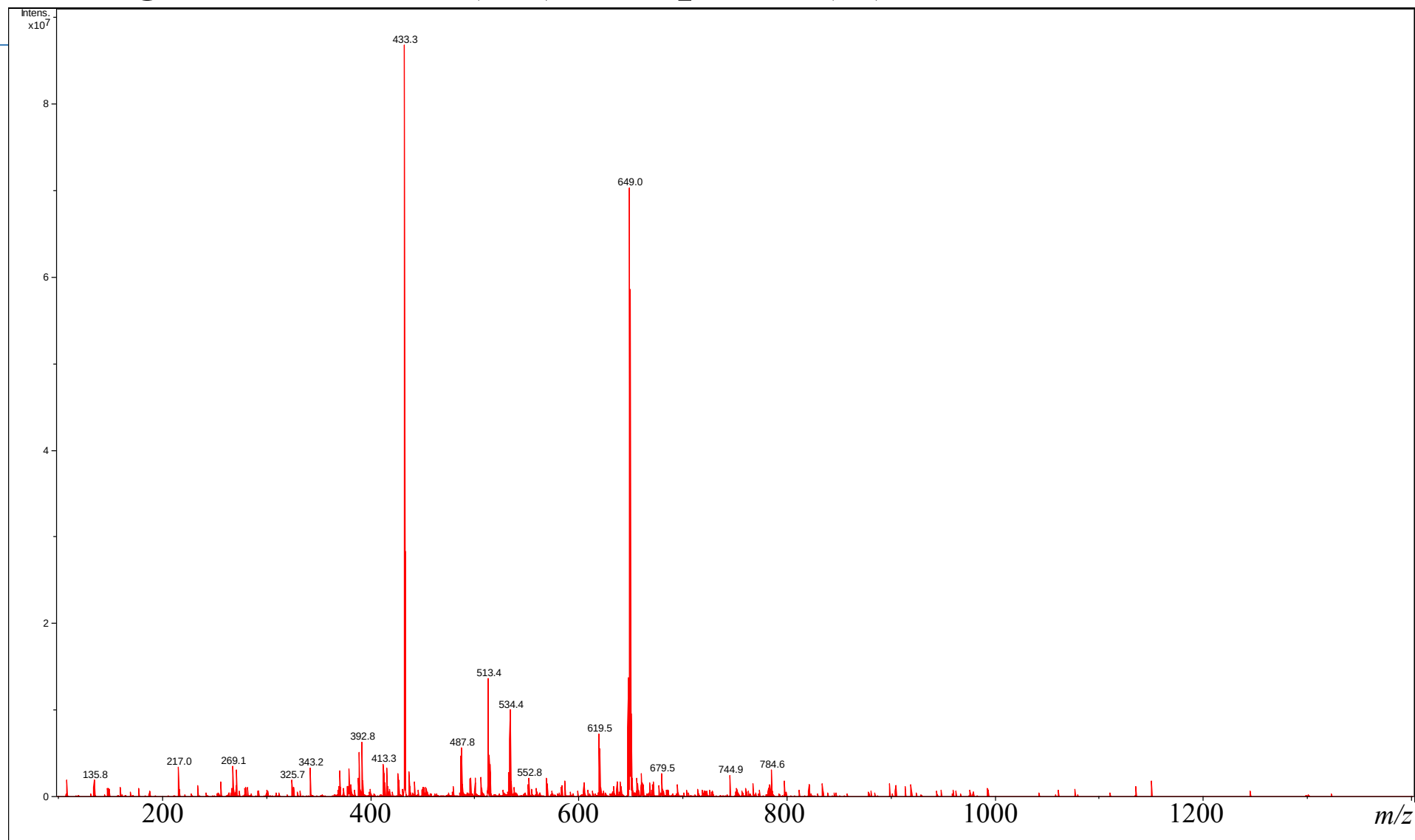
# ESI mass spectra of Angiotensin I

Mass Range 100 – 1400 (Da), Vcap 190 (V)



# ESI mass spectra of Angiotensin I

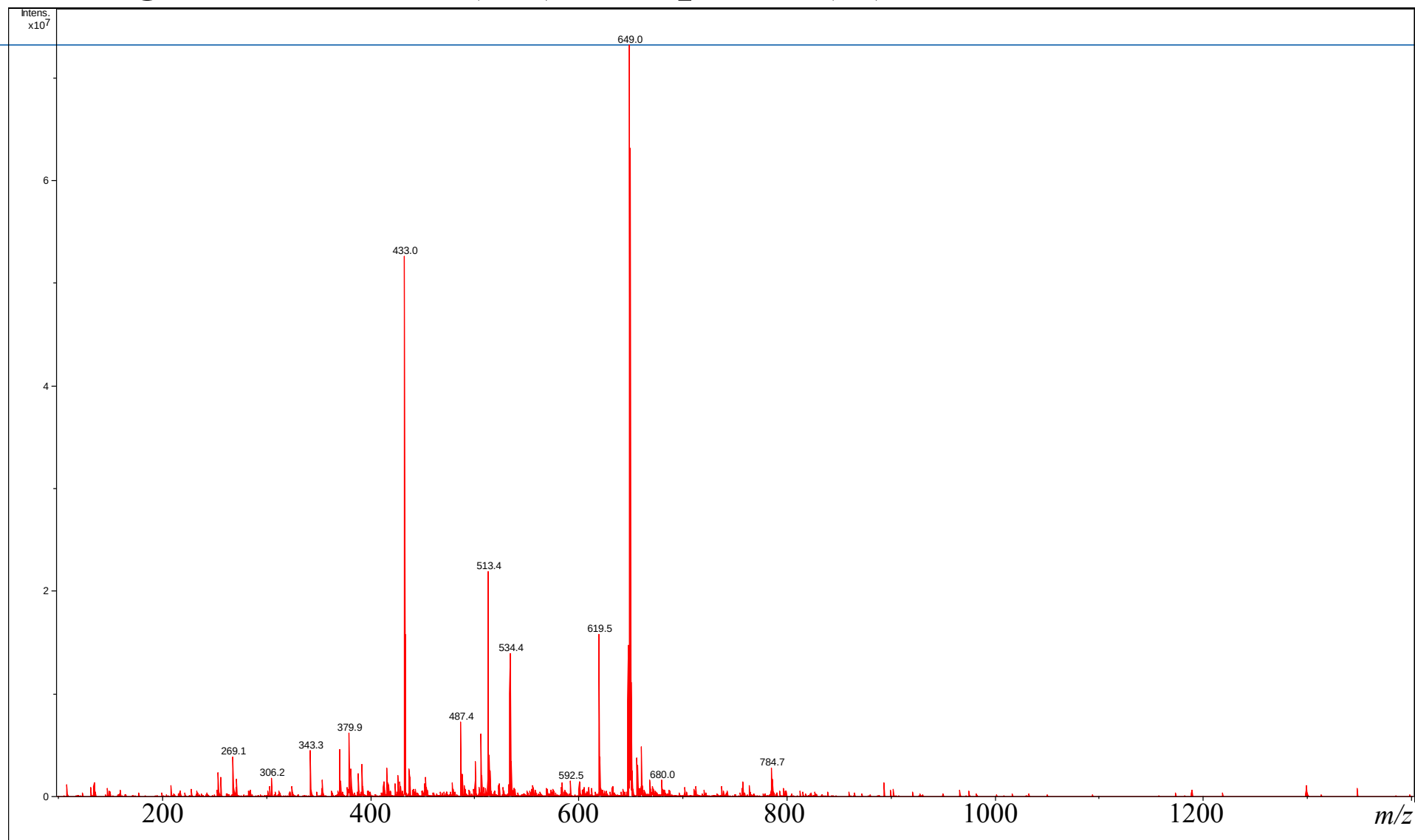
Mass Range 100 – 1400 (Da), Vcap 200 (V)





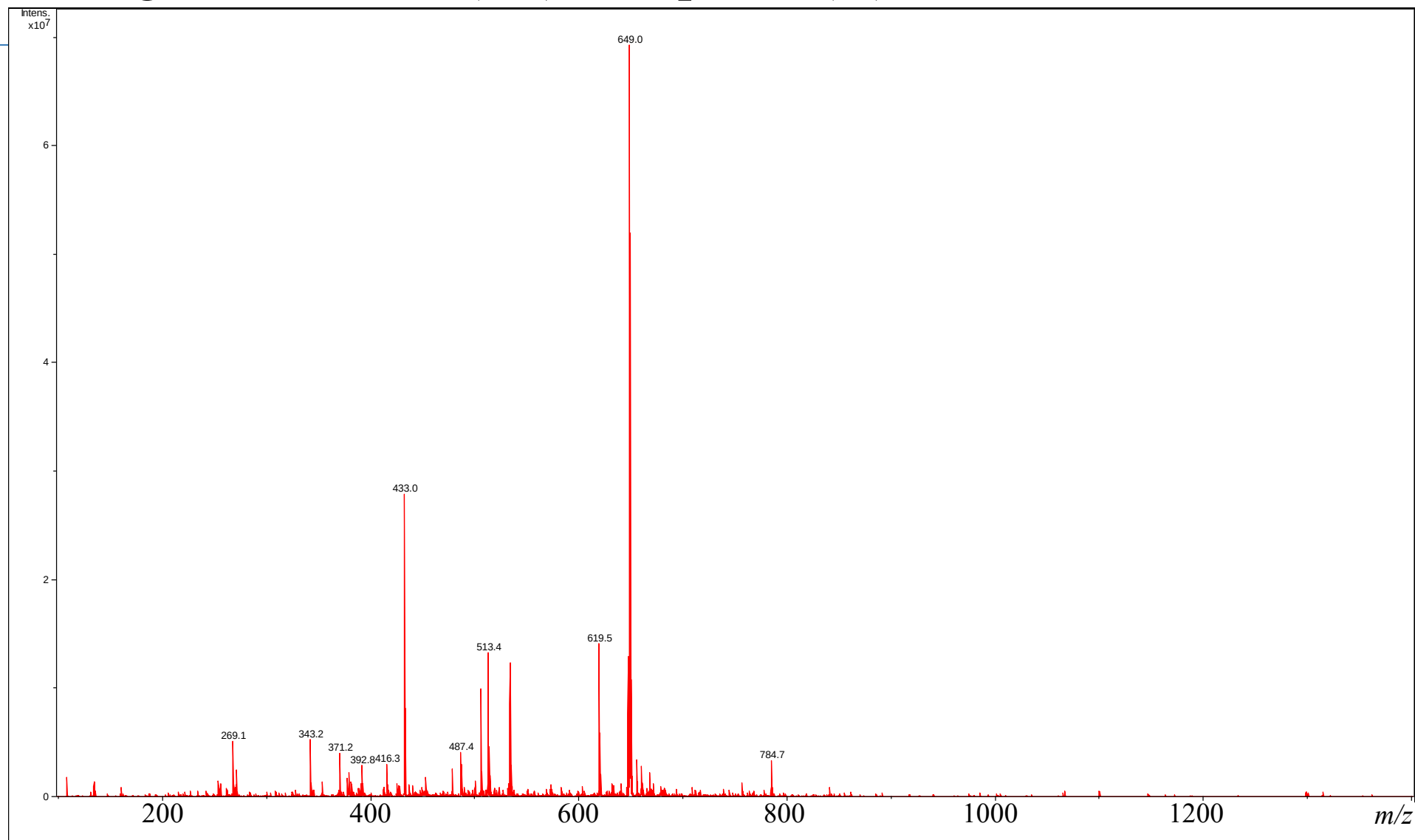
# ESI mass spectra of Angiotensin I

Mass Range 100 – 1400 (Da), Vcap 210 (V)



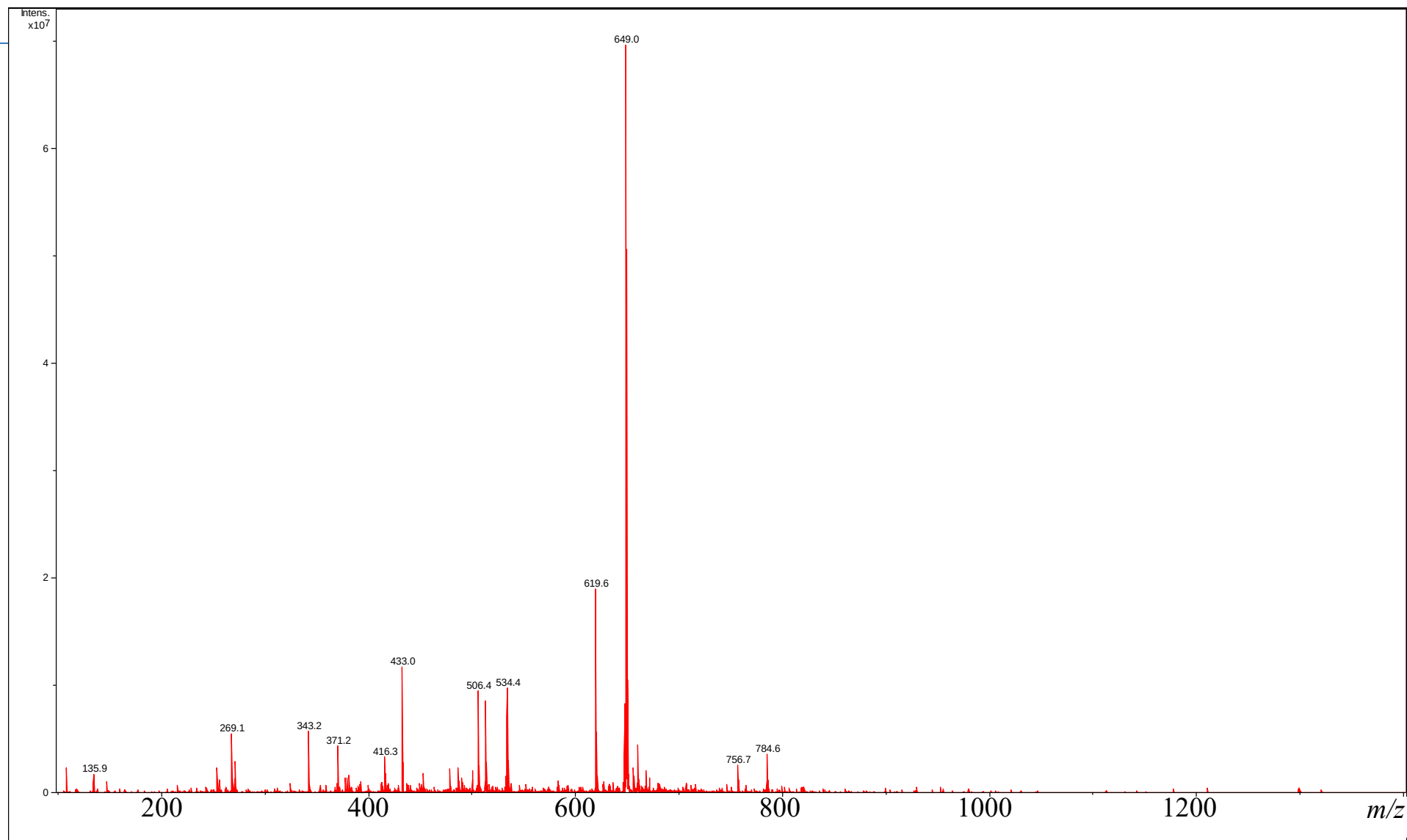
# ESI mass spectra of Angiotensin I

Mass Range 100 – 1400 (Da), Vcap 220 (V)



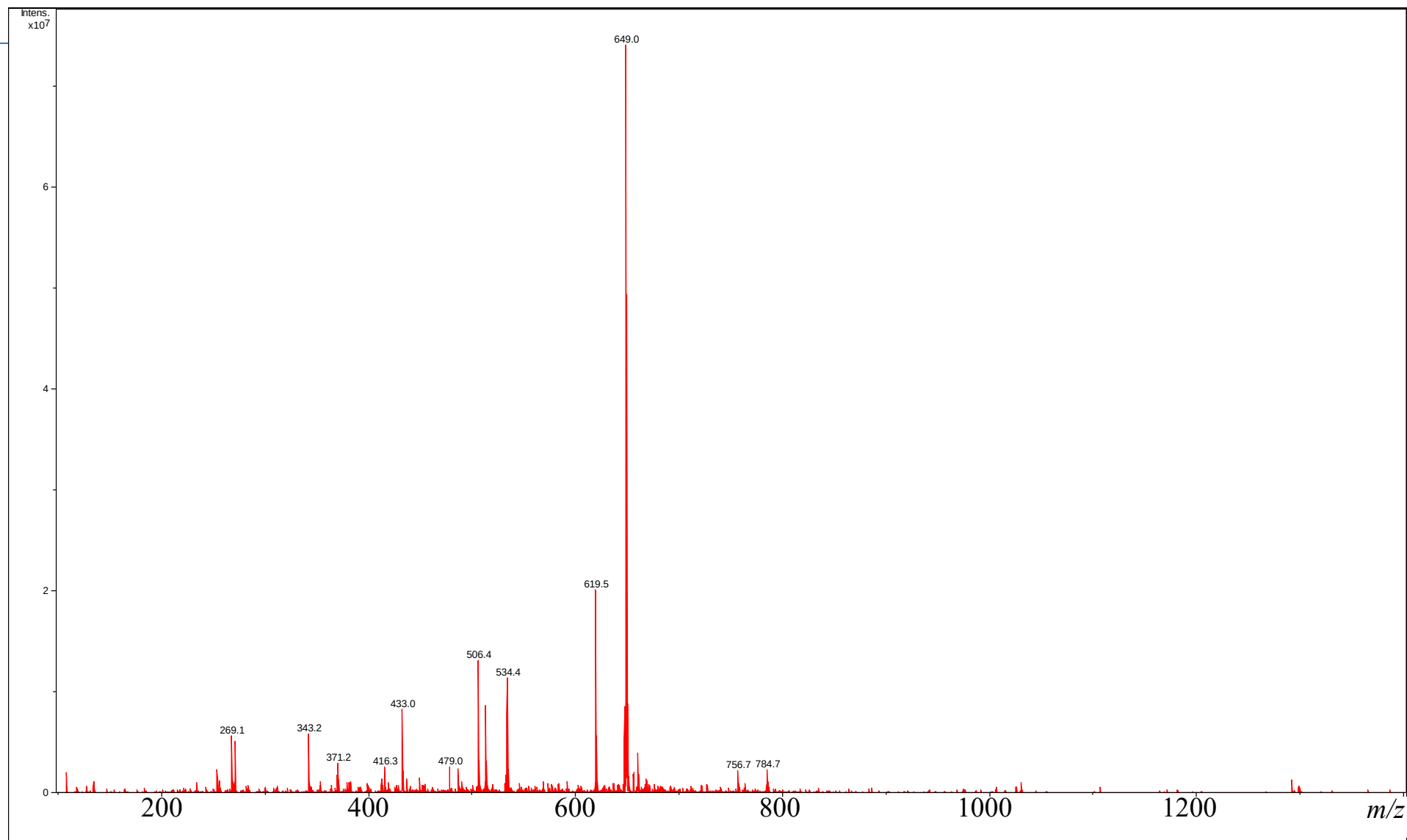
# ESI mass spectra of Angiotensin I

Mass Range 100 – 1400 (Da), Vcap 230 (V)



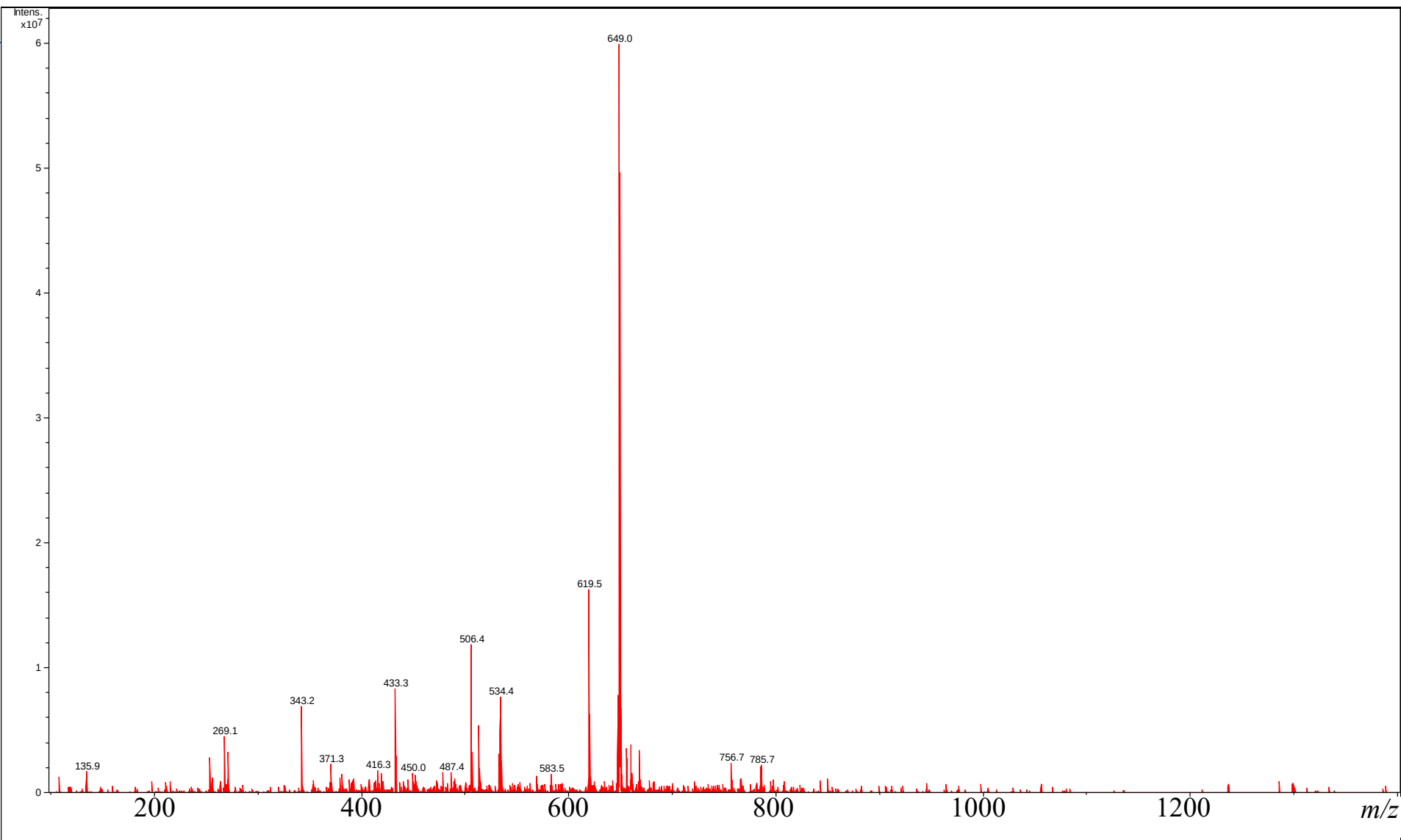
# ESI mass spectra of Angiotensin I

Mass Range 100 – 1400 (Da), Vcap 240 (V)



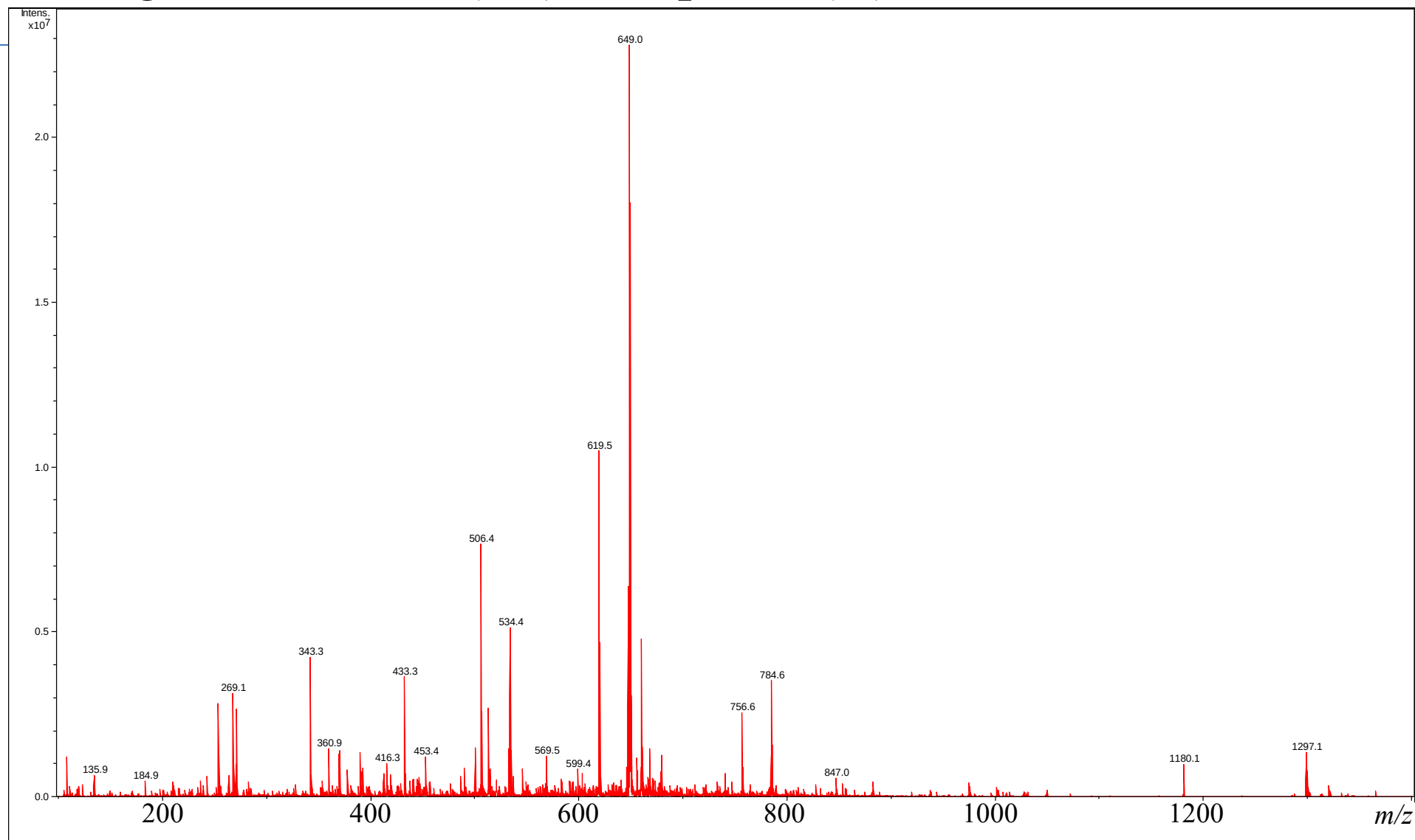
# ESI mass spectra of Angiotensin I

Mass Range 100 – 1400 (Da), Vcap 250 (V)



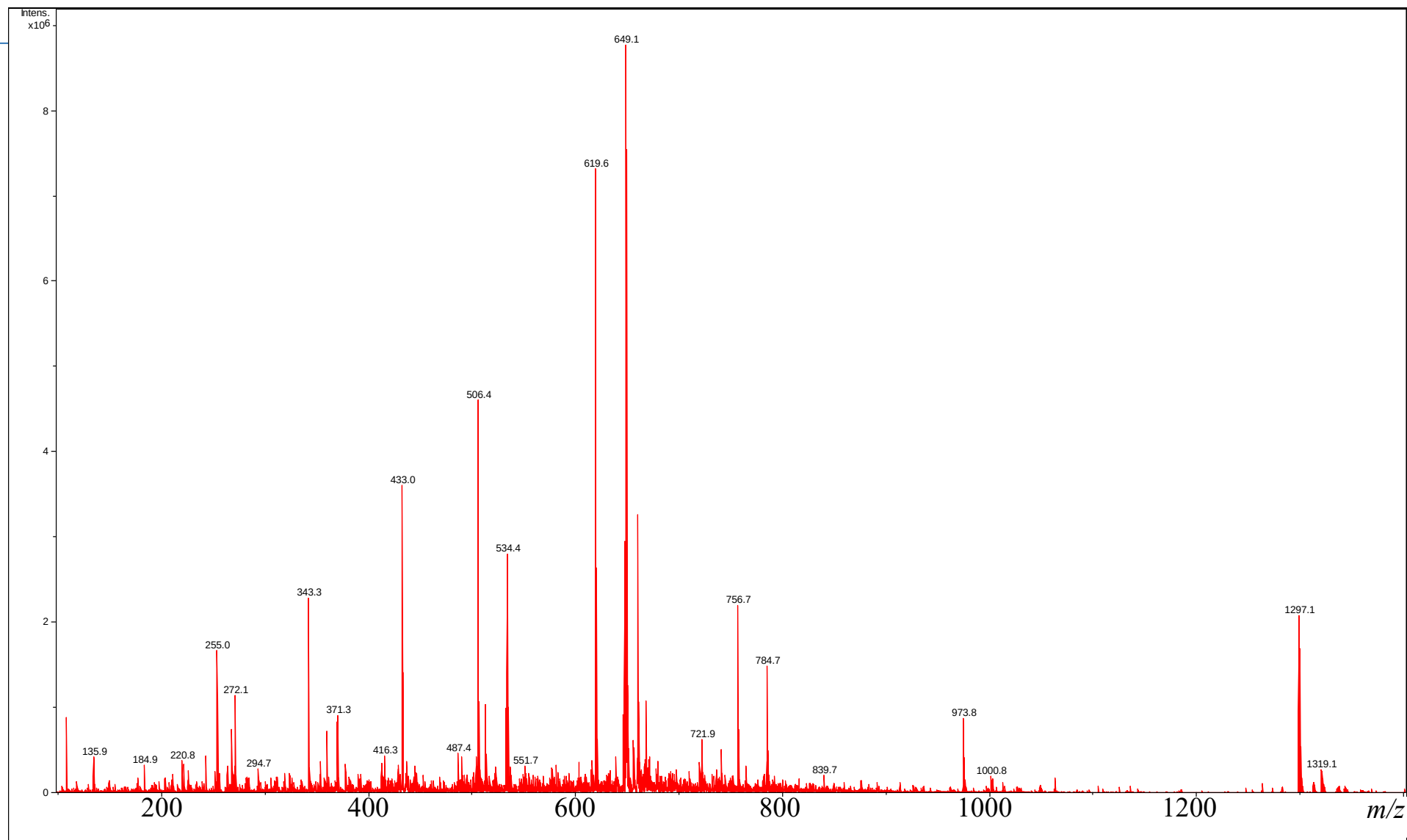
# ESI mass spectra of Angiotensin I

Mass Range 100 – 1400 (Da), Vcap 300 (V)



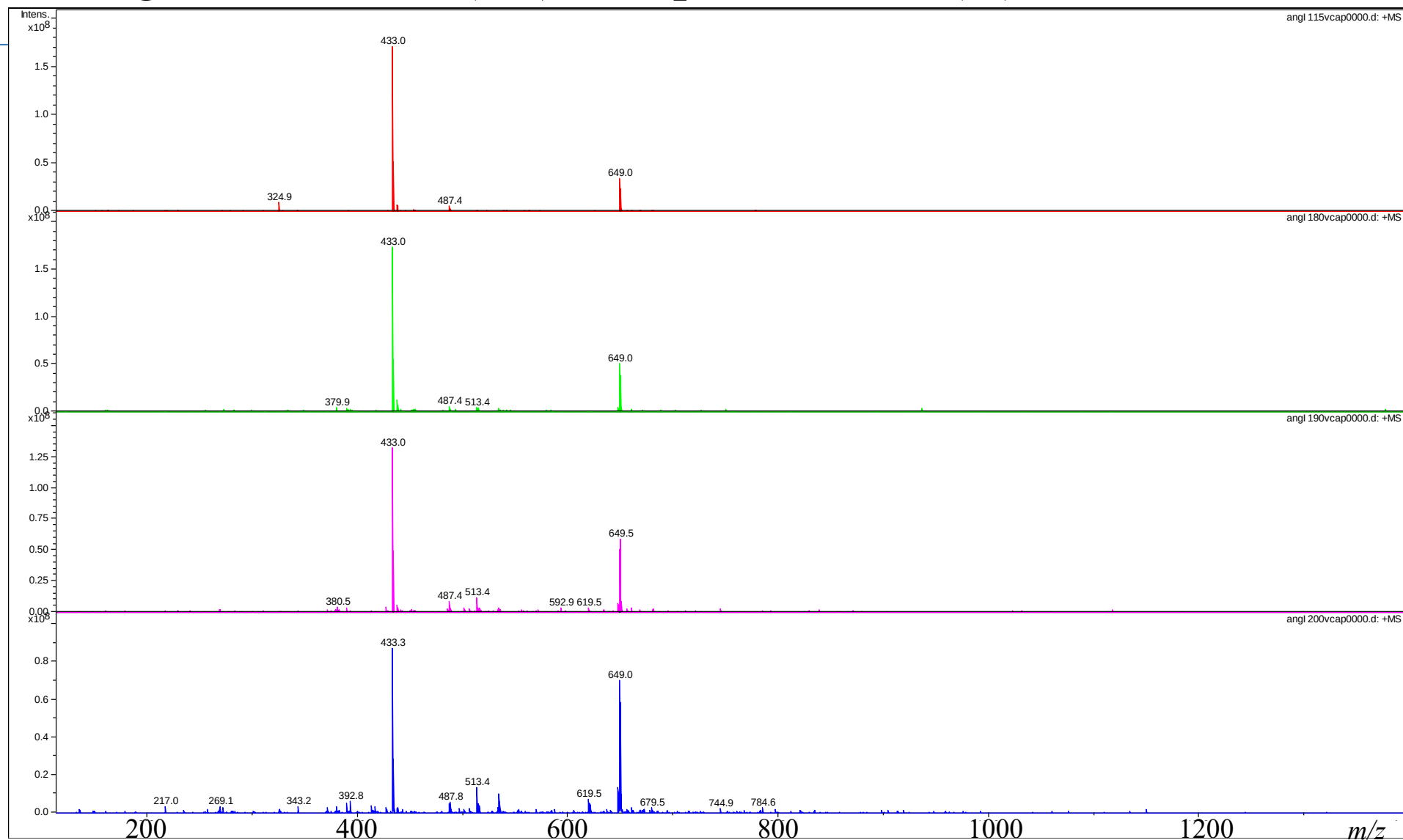
# ESI mass spectra of Angiotensin I

Mass Range 100 – 1400 (Da), Vcap 360 (V)



# ESI mass spectra of Angiotensin I

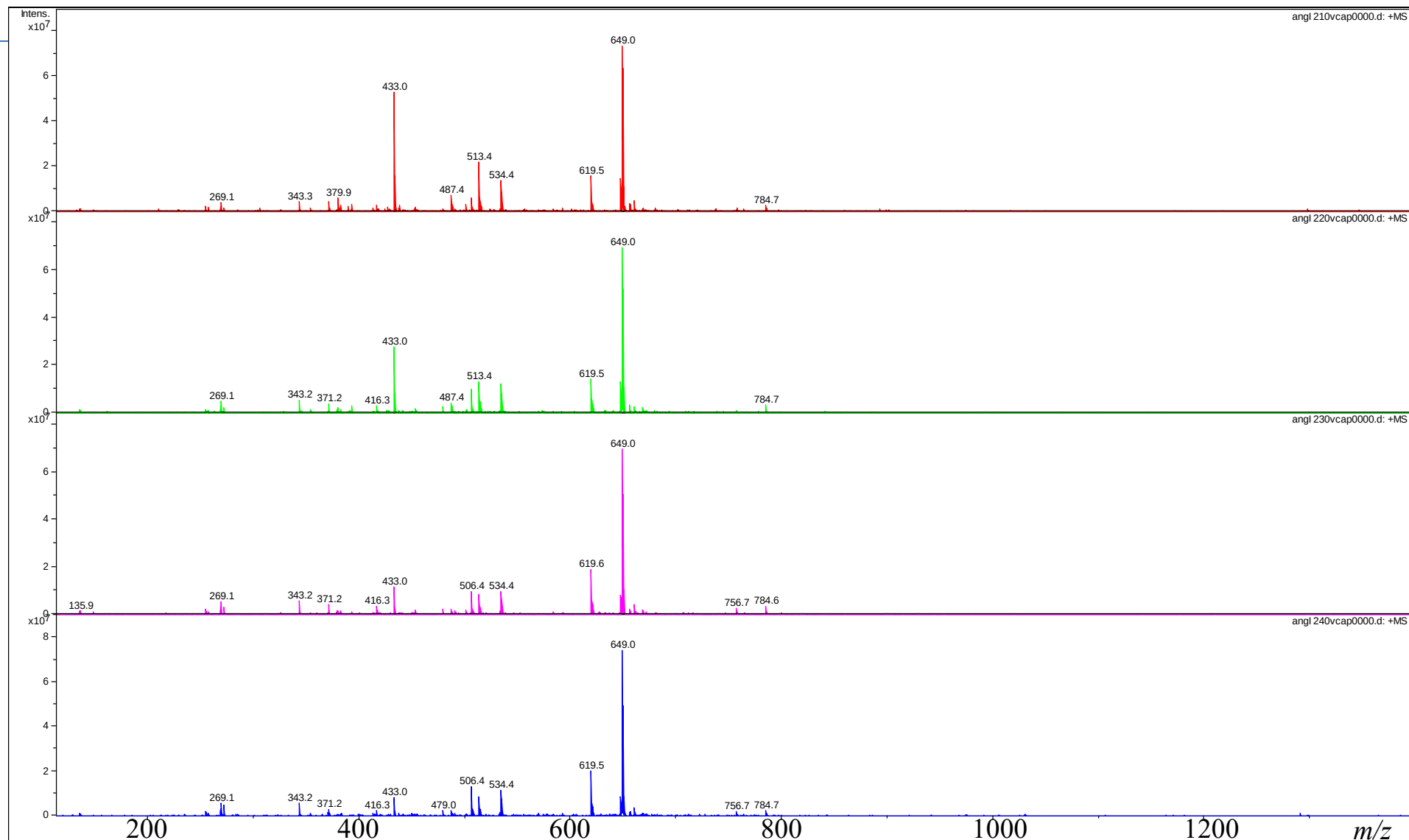
Mass Range 100 – 1400 (Da), Vcap 115 – 200 (V)





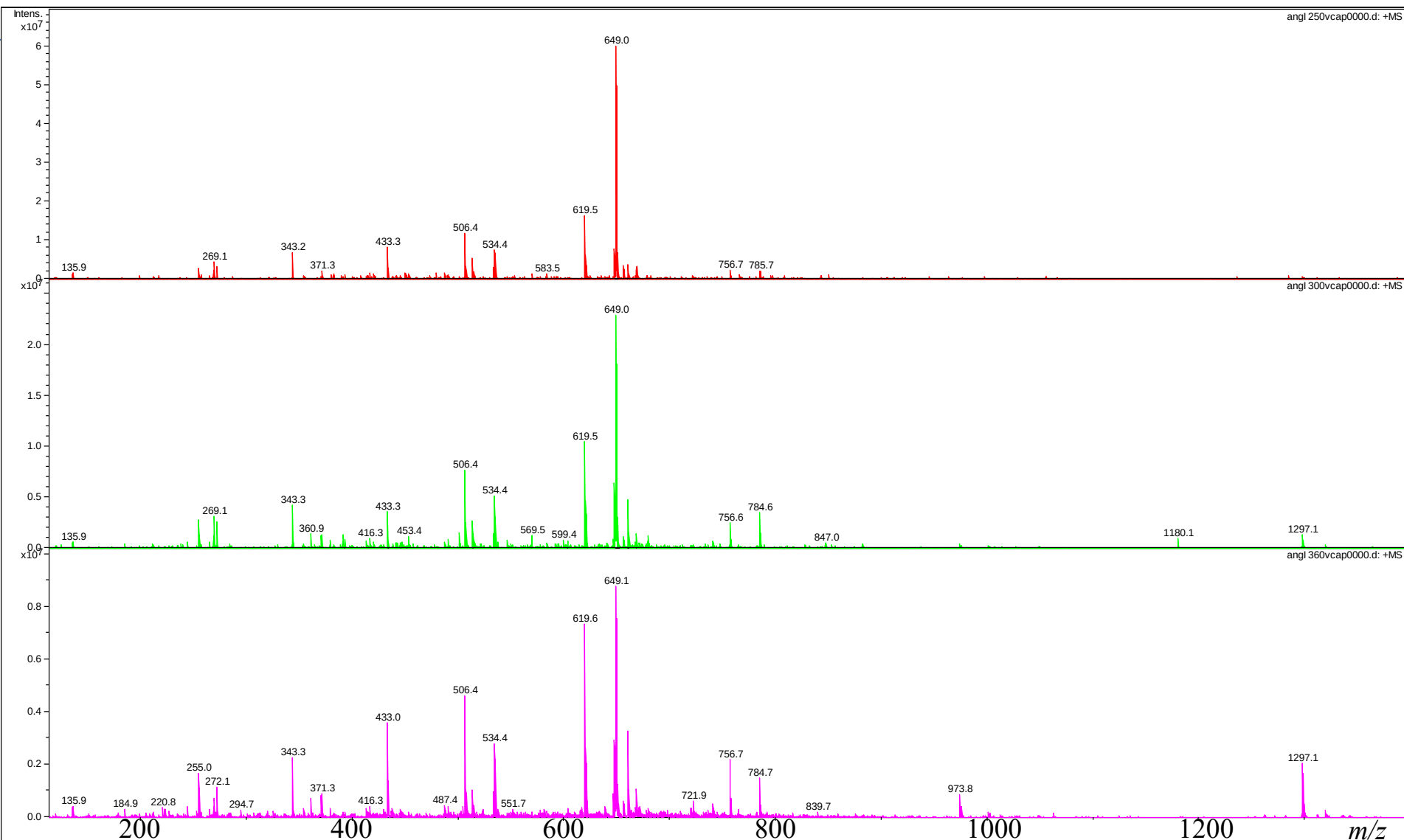
# ESI mass spectra of Angiotensin I

## Mass Range 100 – 1400 (Da), Vcap 210 – 240 (V)



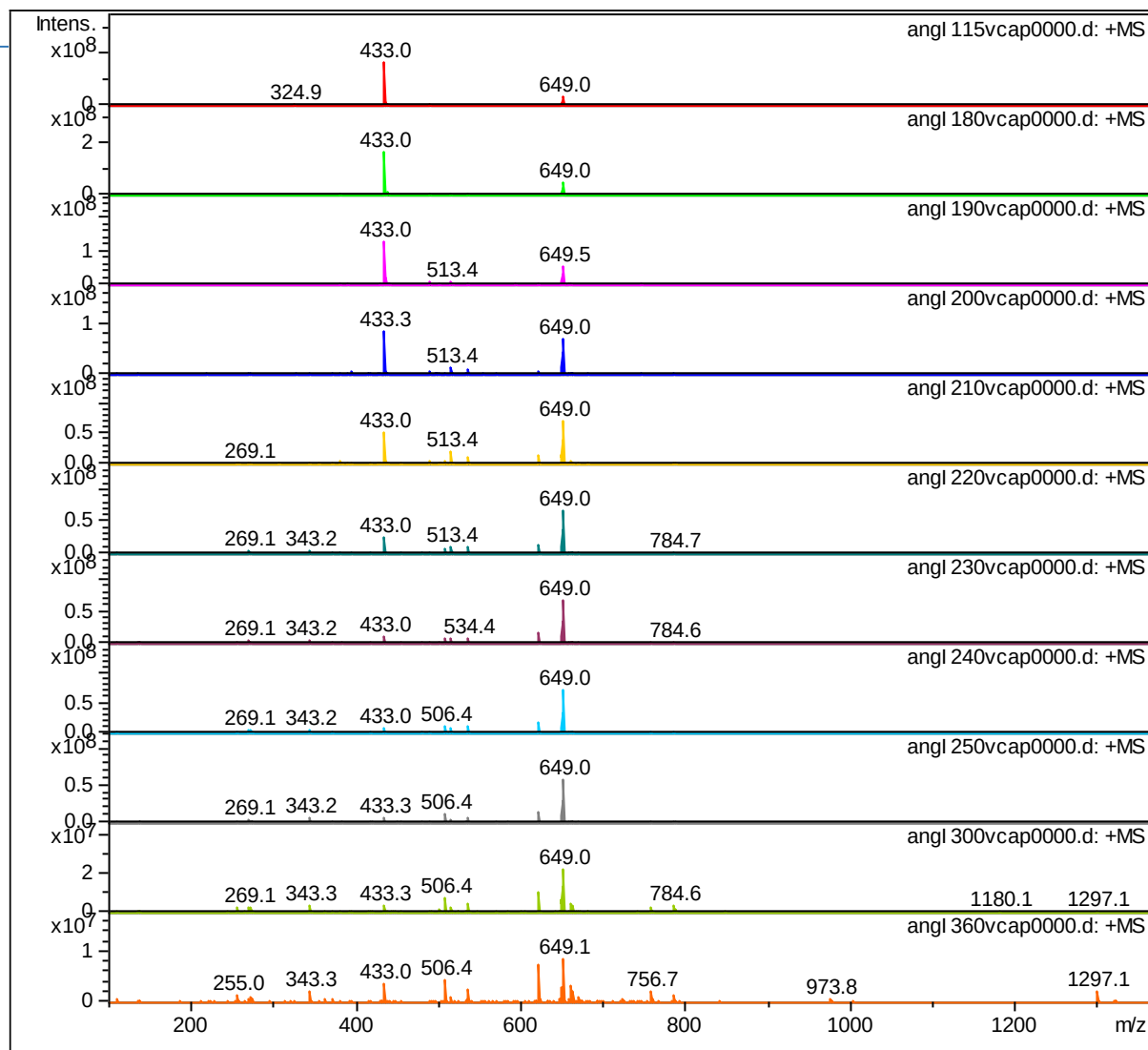
# ESI mass spectra of Angiotensin I

## Mass Range 100 – 1400 (Da), Vcap 250 – 360 (V)



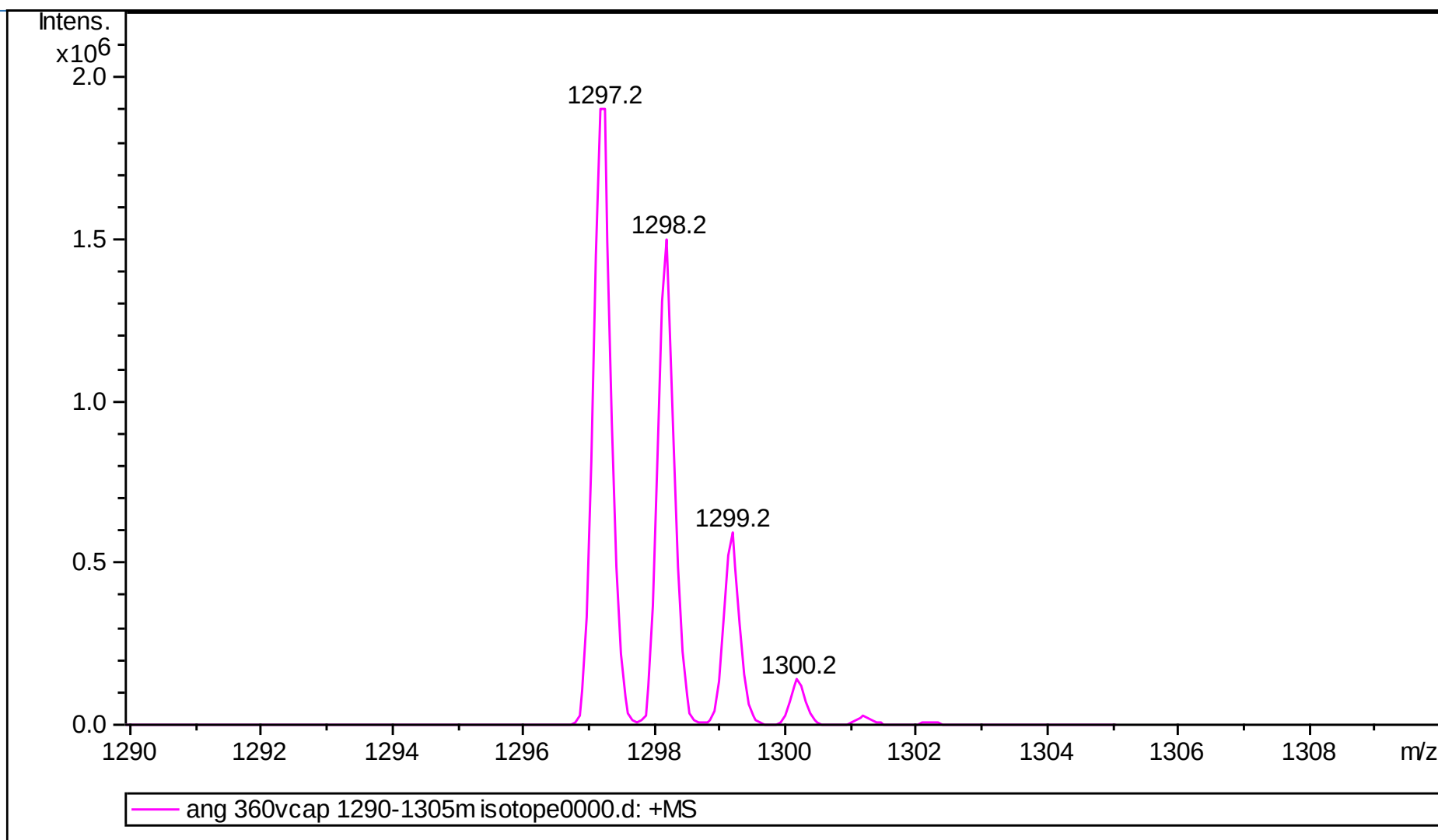
# ESI mass spectra of Angiotensin I

Mass Range 100 – 1400 (Da), Vcap 115 – 360 (V)



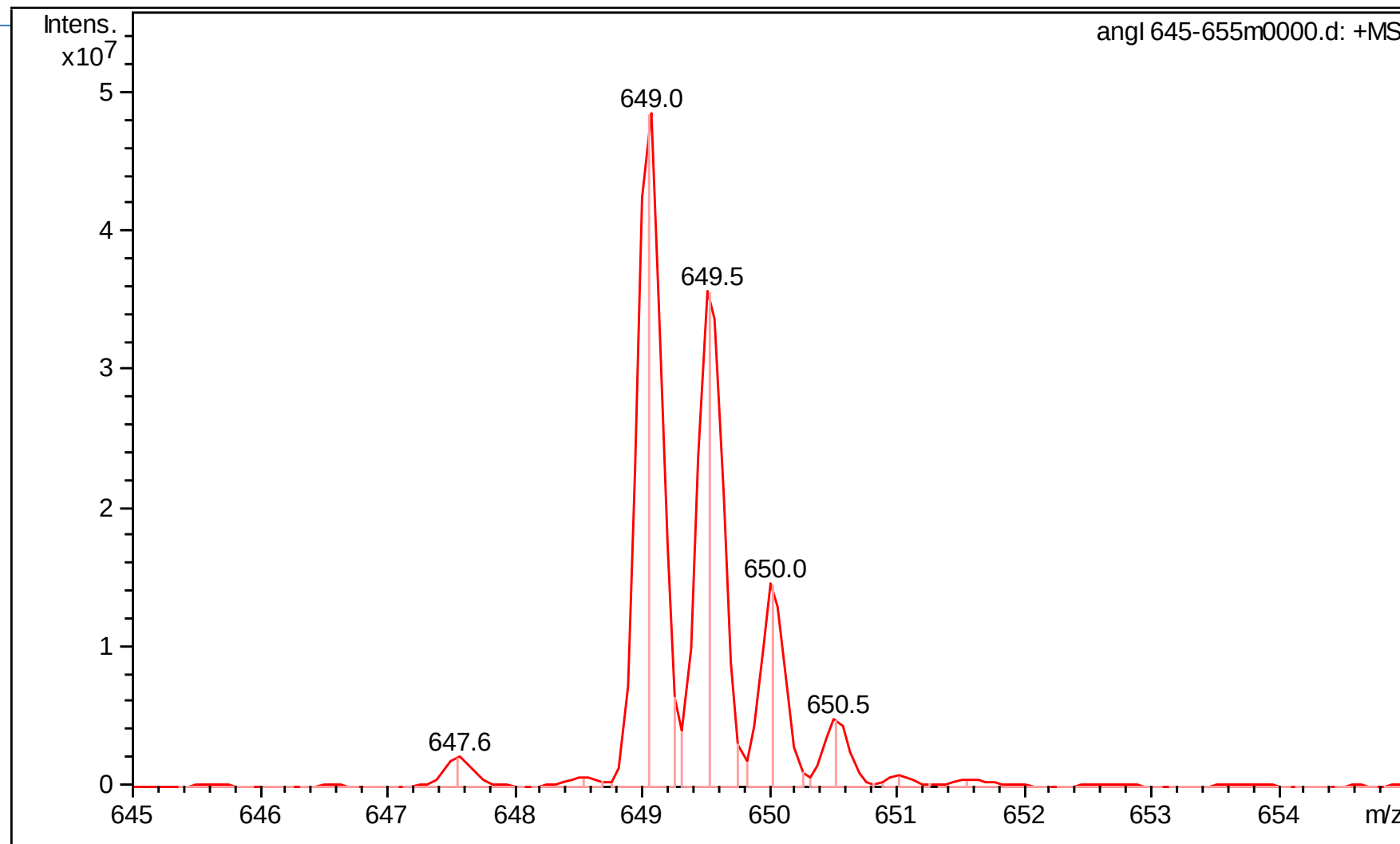
# ESI mass spectra of Angiotensin I

Mass Range 1290 – 1305 (Da), Vcap 360 (V)



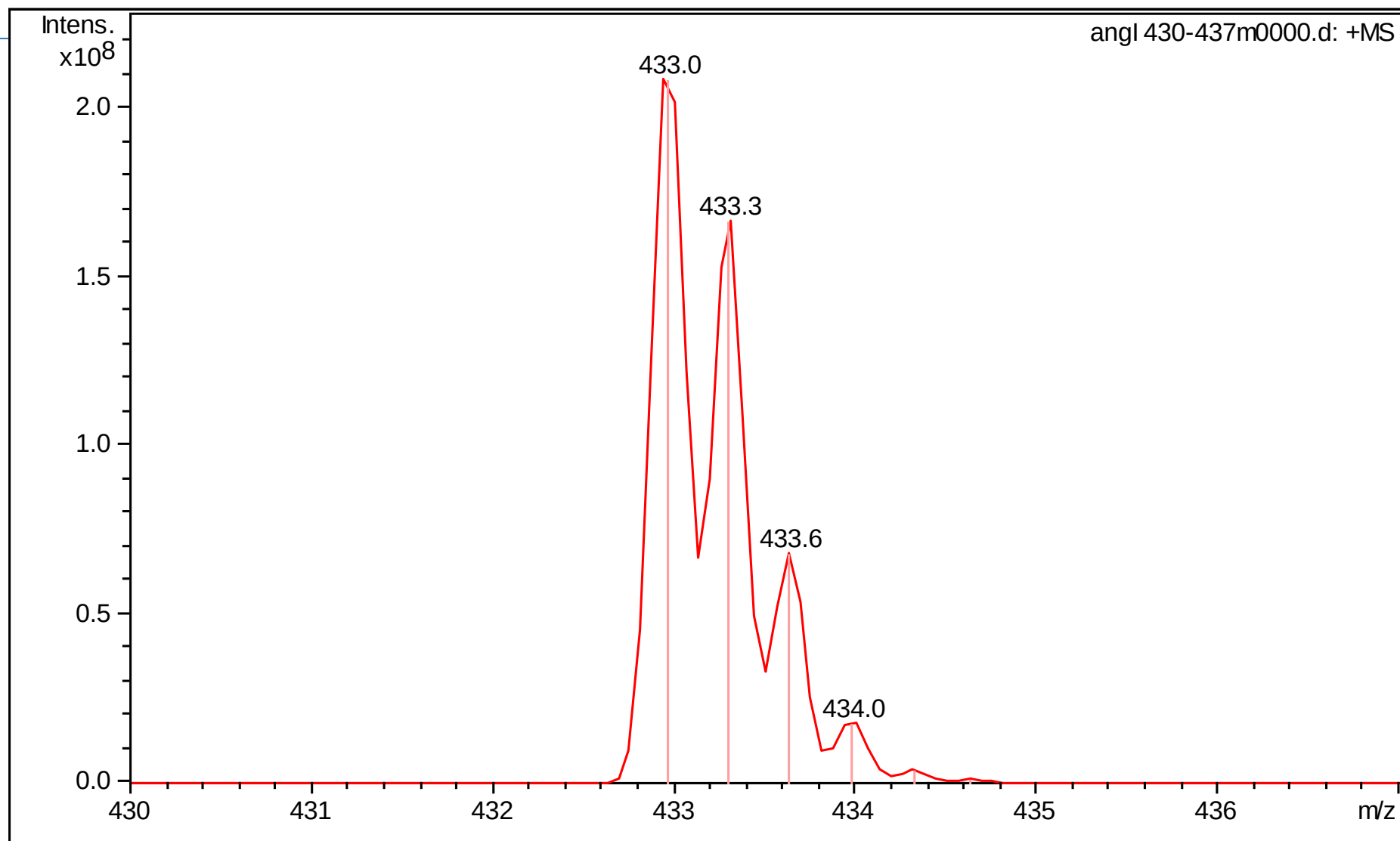
# ESI mass spectra of Angiotensin I

Mass Range 645 – 655 (Da), Vcap 115 (V)

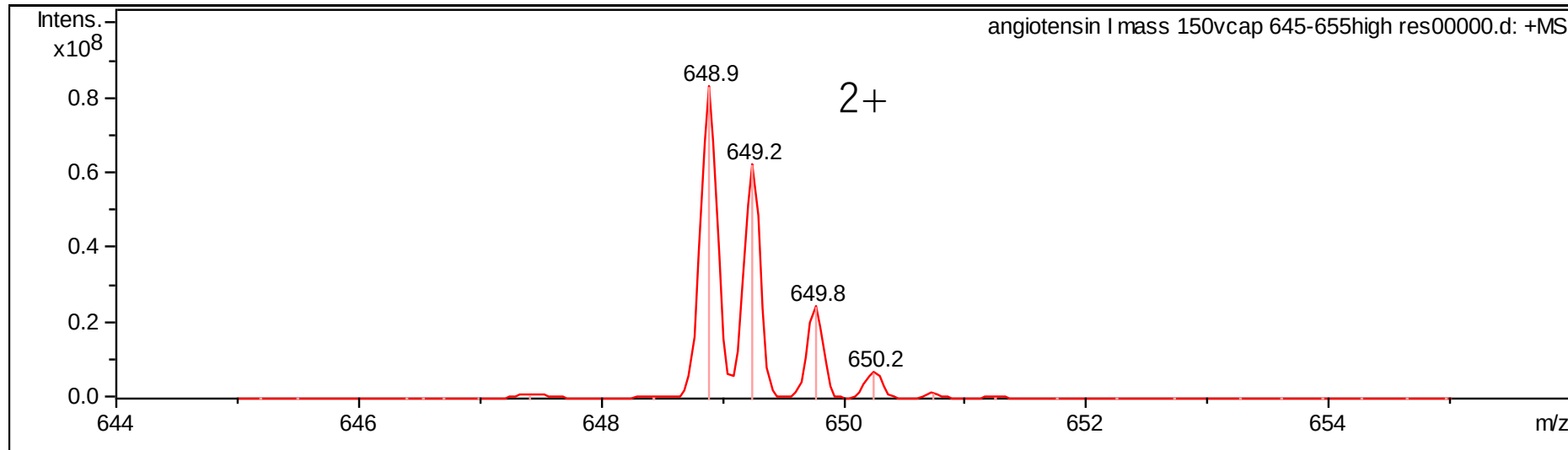
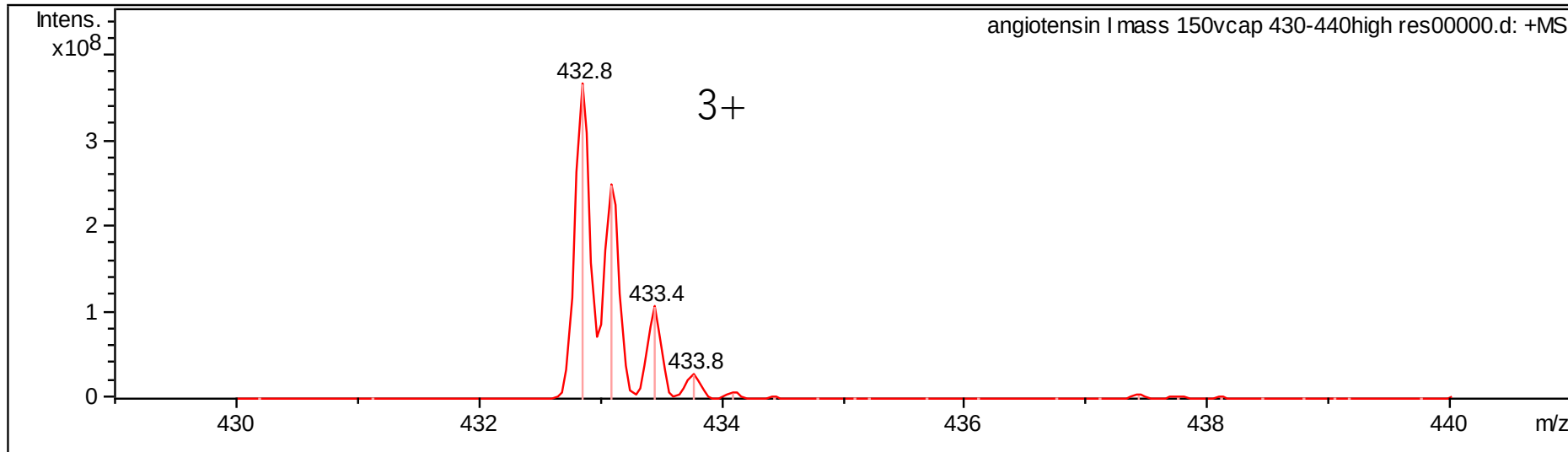


# ESI mass spectra of Angiotensin I

Mass Range 430 – 437 (Da), Vcap 115 (V)

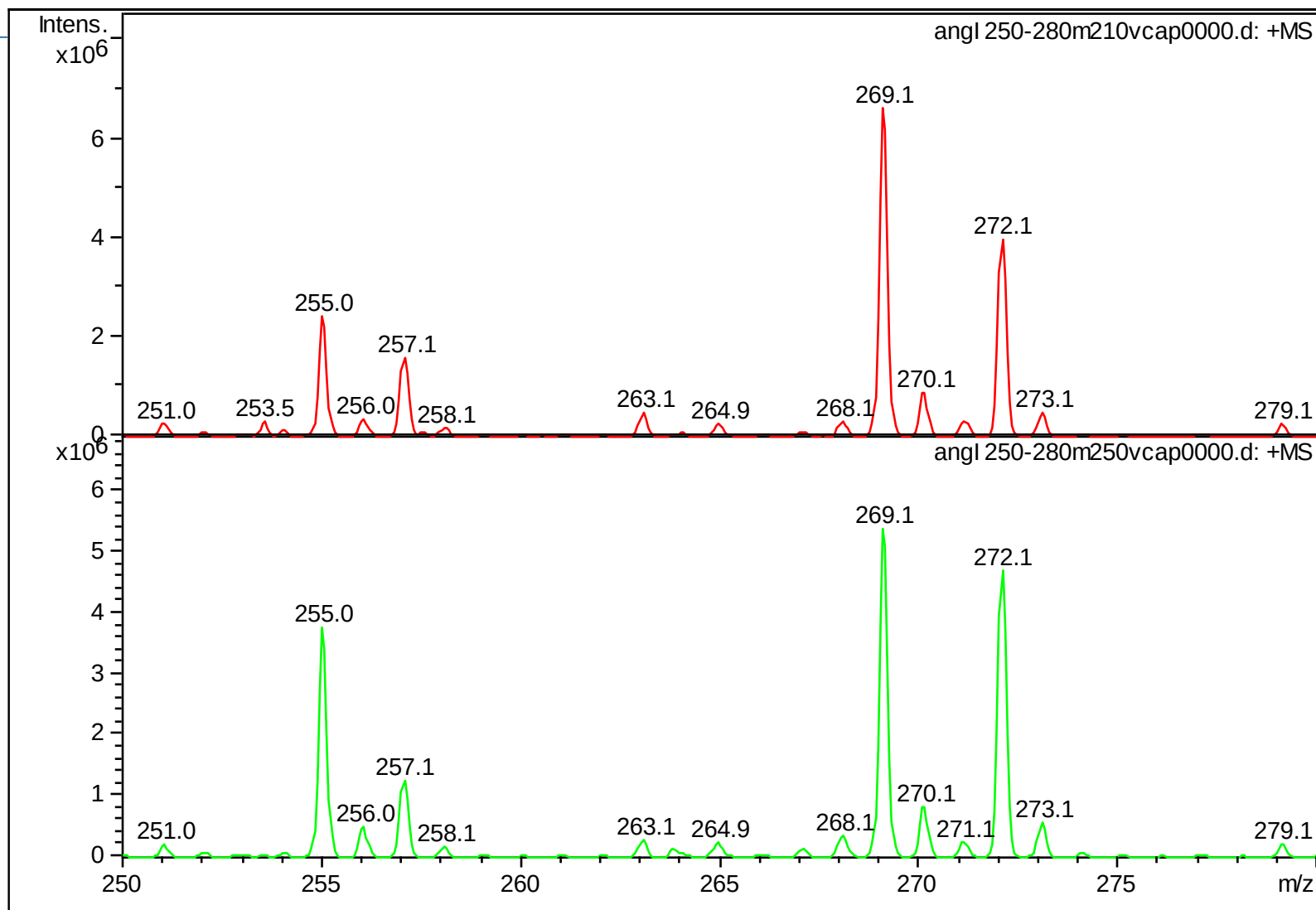


# Angiotensin I ( $z=2,3$ ) $^1\text{ }^3\text{C}$ 同位体分布



# ESI mass spectra of Angiotensin I

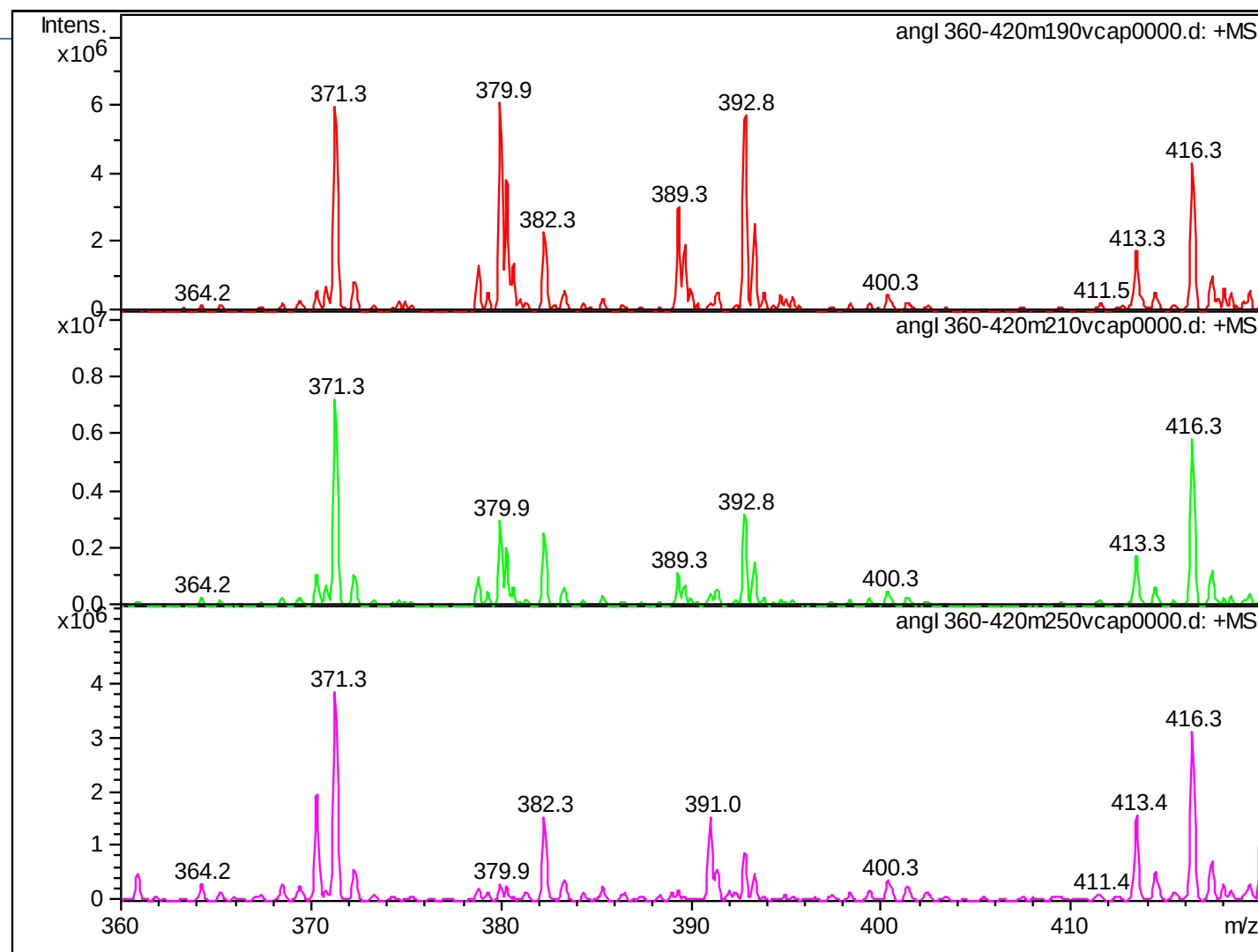
## Mass Range 250 – 280 (Da), Vcap 210, 250 (V)





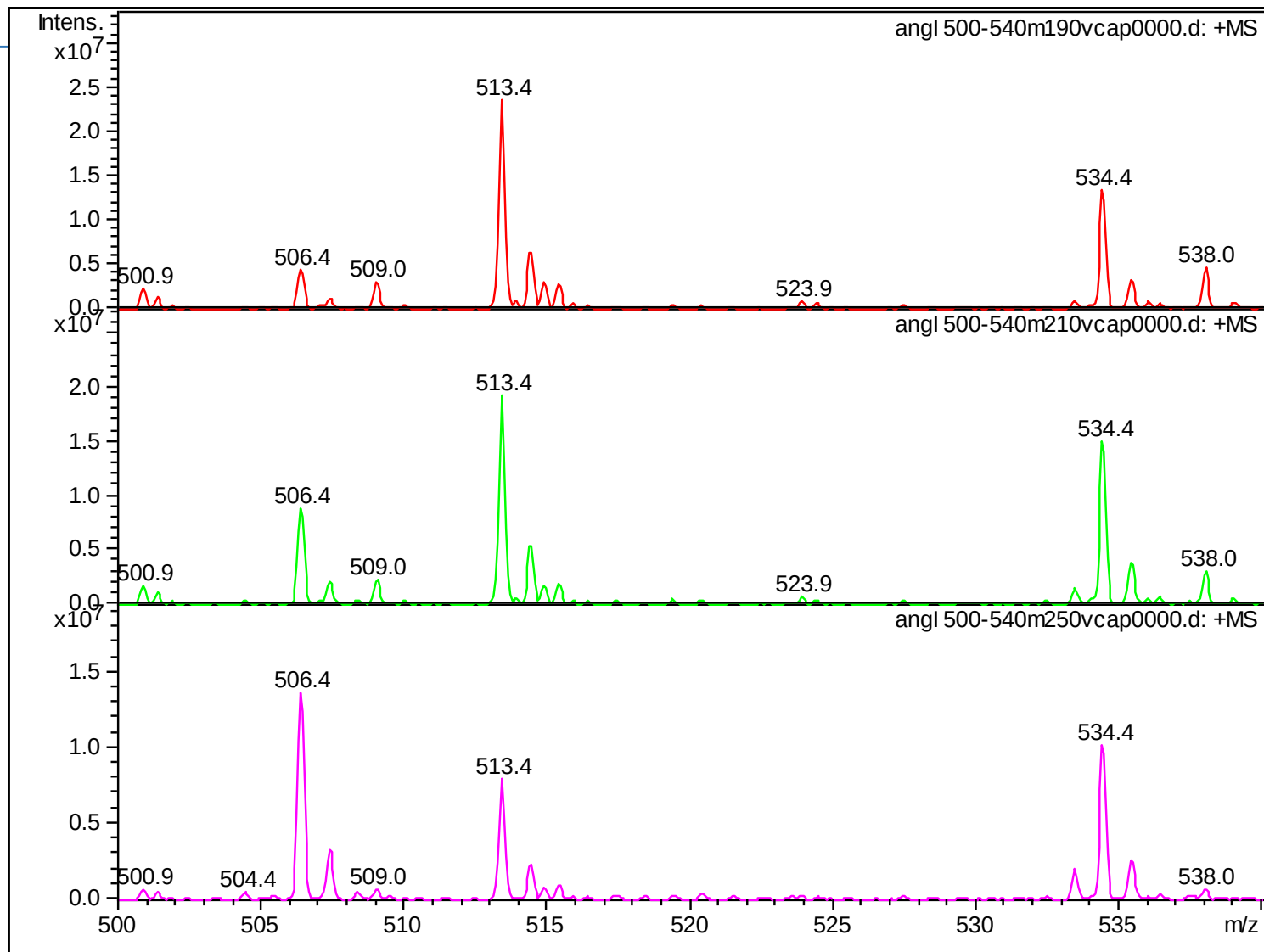
# ESI mass spectra of Angiotensin I

## Mass Range 360 – 420 (Da), Vcap 190, 210, 250 (V)



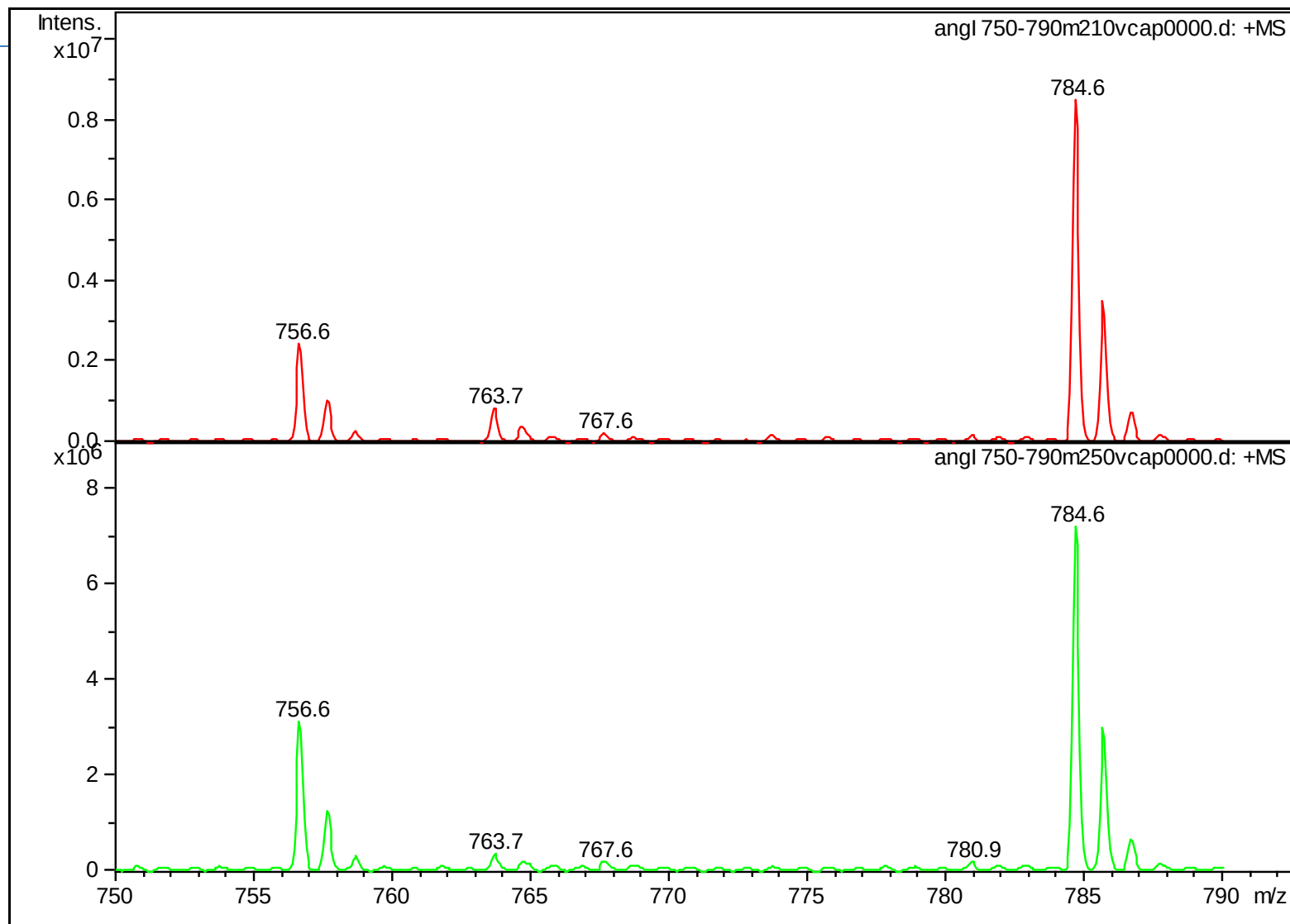
# ESI mass spectra of Angiotensin I

## Mass Range 500 – 540 (Da), Vcap 190, 210, 250 (V)



# ESI mass spectra of Angiotensin I

Mass Range 750 – 790 (Da), Vcap 210, 250 (V)

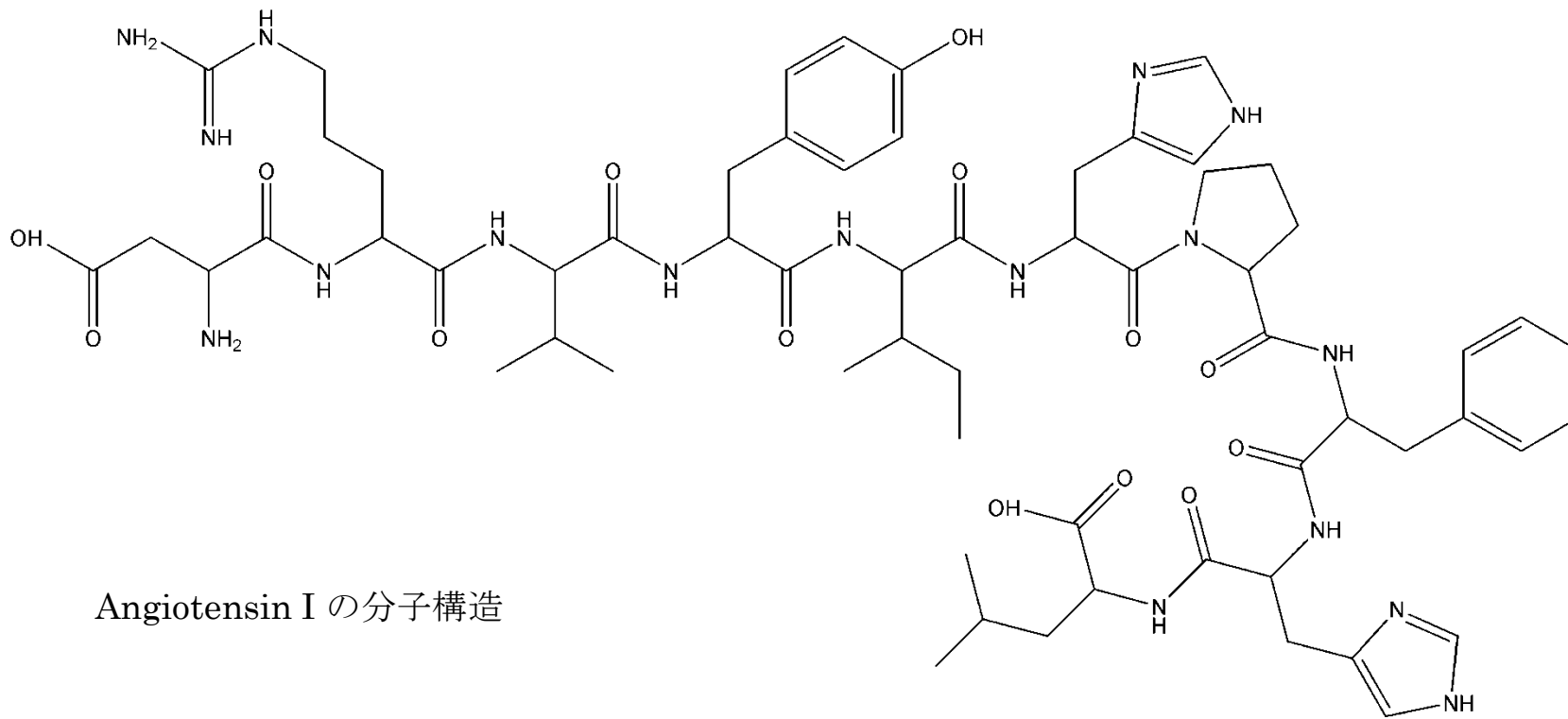


課題； Source CID によるAngiotensin I のfragment ions, b,y

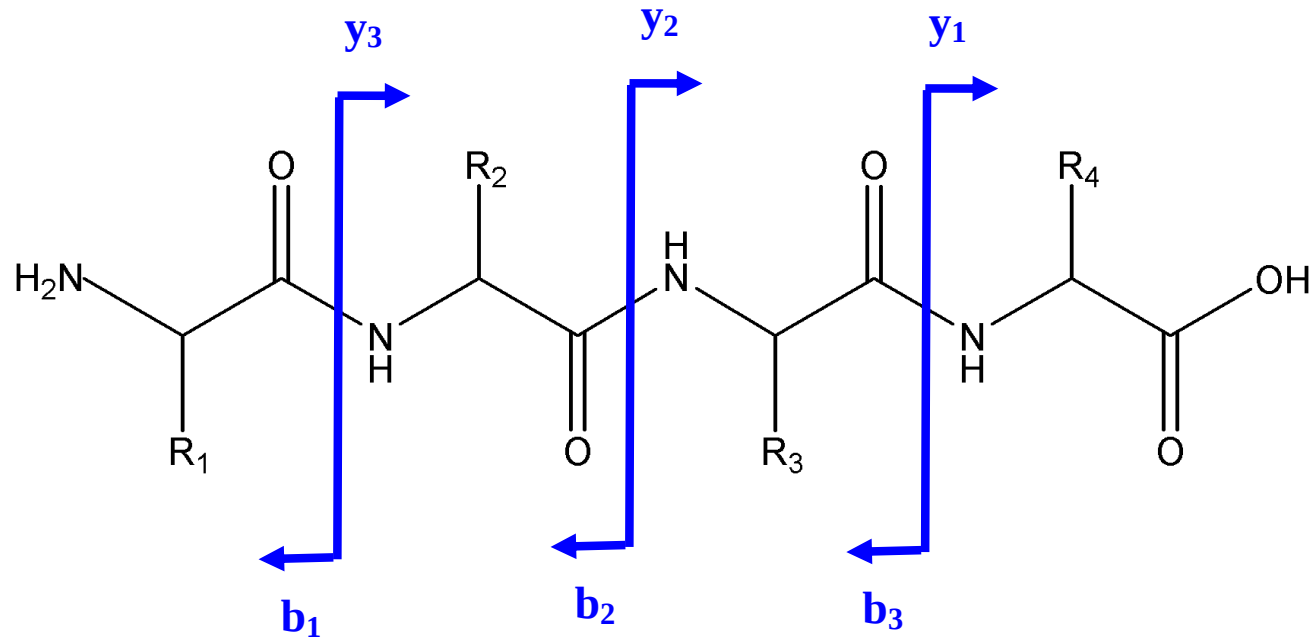
Angiotensin Iのアミノ酸配列

3文字表記； Asp-Arg-Val-Tyr-Ile-His-Pro-Phe-His-Leu-OH

1文字表記； DRVYIHPFHL



CID(collision induced dissociation, 衝突誘起解離) によるペプチド鎖の切断



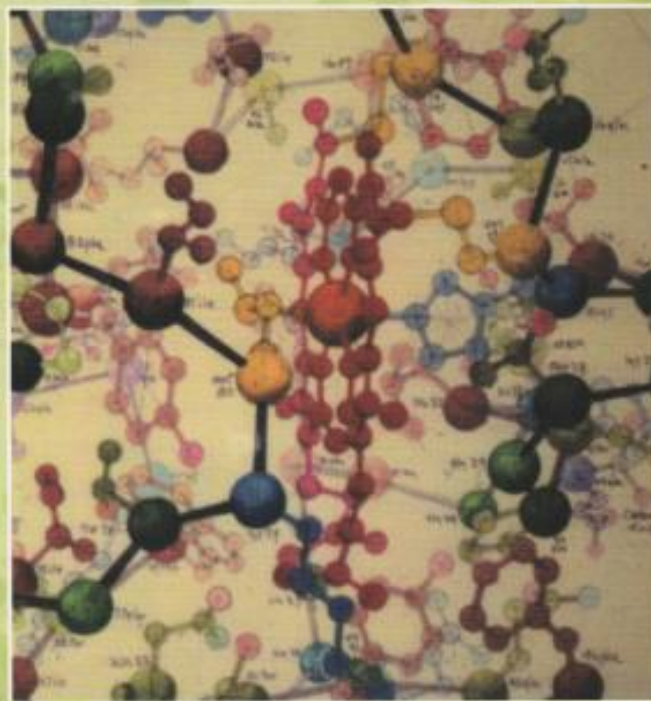
CIDにおいては、b,yイオンが優先的に生成される。

課題1. Angiotensin I のSource CID による質量スペクトル中に観測される 269, 272, 371, 416, 513, 534, 784 Da の生成物イオンを帰属しなさい。

課題2. その他の主な生成物イオンにはどのようなものがあるか？

DONALD VOET • JUDITH G. VOET  
ヴォート 生化学 (上)  
第3版

田宮信雄・村松正実・八木達彦  
吉田 浩・遠藤斗志也 訳



東京化学同人

表 4・1 タンパクに含まれる標準アミノ酸の構造、表記法とタンパク中の含量およびカルボキシ基、アミノ基、側鎖解離基のpK 値

| 名 称、<br>三文字表記、<br>一文字表記          | 構 造 式 <sup>†1</sup> | 残基質量<br>[D] <sup>†2</sup> | タンパク中の<br>平均含量(%) <sup>†3</sup> | pK <sub>1</sub> <sup>†4</sup><br>(α-COOH) | pK <sub>2</sub> <sup>†4</sup><br>(α-NH <sub>3</sub> <sup>+</sup> ) | pK <sub>R</sub> <sup>†4</sup><br>(側鎖) |
|----------------------------------|---------------------|---------------------------|---------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| 非極性側鎖<br>アミノ酸                    |                     |                           |                                 |                                           |                                                                    |                                       |
| グリシン<br>Gly<br>G                 |                     | 57.0                      | 6.8                             | 2.35                                      | 9.78                                                               |                                       |
| アラニン<br>Ala<br>A                 |                     | 71.1                      | 7.6                             | 2.35                                      | 9.87                                                               |                                       |
| バリン<br>Val<br>V                  |                     | 99.1                      | 6.6                             | 2.29                                      | 9.74                                                               |                                       |
| ロイシン<br>Leu<br>L                 |                     | 113.2                     | 9.5                             | 2.33                                      | 9.74                                                               |                                       |
| イソロイシン<br>Ile<br>I               |                     | 113.2                     | 5.8                             | 2.32                                      | 9.76                                                               |                                       |
| メチオニン<br>Met<br>M                |                     | 131.2                     | 2.4                             | 2.13                                      | 9.28                                                               |                                       |
| プロリン<br>Pro<br>P                 |                     | 97.1                      | 5.0                             | 1.95                                      | 10.64                                                              |                                       |
| フェニルアラニン<br>Phe<br>F             |                     | 147.2                     | 4.1                             | 2.20                                      | 9.31                                                               |                                       |
| トリプトファン<br>Trp<br>W              |                     | 186.2                     | 1.2                             | 2.46                                      | 9.41                                                               |                                       |
| 極性無電荷側鎖<br>アミノ酸                  |                     |                           |                                 |                                           |                                                                    |                                       |
| セリン<br>Ser<br>S                  |                     | 87.1                      | 7.1                             | 2.19                                      | 9.21                                                               |                                       |
| トレオニン<br>Thr<br>T                |                     | 101.1                     | 5.6                             | 2.09                                      | 9.10                                                               |                                       |
| アスパラギン <sup>†6</sup><br>Asn<br>N |                     | 114.1                     | 4.3                             | 2.14                                      | 8.72                                                               |                                       |
| グルタミン <sup>†6</sup><br>Gln<br>Q  |                     | 128.1                     | 3.9                             | 2.17                                      | 9.13                                                               |                                       |
| チロシン<br>Tyr<br>Y                 |                     | 163.2                     | 3.2                             | 2.20                                      | 9.21                                                               | 10.46<br>(フェノール基)                     |
| システイン<br>Cys<br>C                |                     | 103.1                     | 1.6                             | 1.92                                      | 10.70                                                              | 8.37<br>(-SH 基)                       |

表 4・1 (つづき)

| 名 称、<br>三文字表記、<br>一文字表記           | 構 造 式 <sup>†1</sup> | 残基質量<br>[D] <sup>†2</sup> | タンパク中の<br>平均含量(%) <sup>†3</sup> | pK <sub>1</sub> <sup>†4</sup><br>(α-COOH) | pK <sub>2</sub> <sup>†4</sup><br>(α-NH <sub>3</sub> <sup>+</sup> ) | pK <sub>R</sub> <sup>†4</sup><br>(側鎖)      |
|-----------------------------------|---------------------|---------------------------|---------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| 酸性電荷側鎖<br>アミノ酸                    |                     |                           |                                 |                                           |                                                                    |                                            |
| リシン<br>Lys<br>K                   |                     | 128.2                     | 6.0                             | 2.16                                      | 9.06                                                               | 10.54<br>(ε-NH <sub>3</sub> <sup>+</sup> ) |
| アルギニン<br>Arg<br>R                 |                     | 156.2                     | 5.2                             | 1.82                                      | 8.99                                                               | 12.48<br>(グアニジ<br>ニウム基)                    |
| ヒスチジン <sup>†5</sup><br>His<br>H   |                     | 137.1                     | 2.2                             | 1.80                                      | 9.33                                                               | 6.04<br>(イミダゾ<br>リウム基)                     |
| アスパラギン酸 <sup>†6</sup><br>Asp<br>D |                     | 115.1                     | 5.2                             | 1.99                                      | 9.90                                                               | 3.90<br>(β-COOH)                           |
| グルタミン酸 <sup>†6</sup><br>Glu<br>E  |                     | 129.1                     | 6.5                             | 2.10                                      | 9.47                                                               | 4.07<br>(γ-COOH)                           |

†1 構造は pH7.0 でのイオン型で示す(ヒスチジン<sup>†5</sup>を除く)。C<sub>α</sub> 原子および\*印をつけた原子はキラル中心で、構造をフィッシャー投影式で示す。複素環基には有機化合物命名法による番号をつける。

†2 残基質量は中性型の値とする。遊離アミノ酸の分子質量を求めるには H<sub>2</sub>O の分子質量 18.0D を加える。側鎖だけの質量を求めるにはペプチド部分の値、56.0D を引く。

†3 タンパク中の平均含量は完全 SWISS-PROT データベース 40.7 版による (<http://www.expasy.ch/sprot>)。

†4 出典: R.M.C. Dawson, D.C. Elliott, W.H. Elliott, K.M. Jones, "Data for Biochemical Research", 3rd Ed., p.1~31, Oxford Science Publications (1986)。

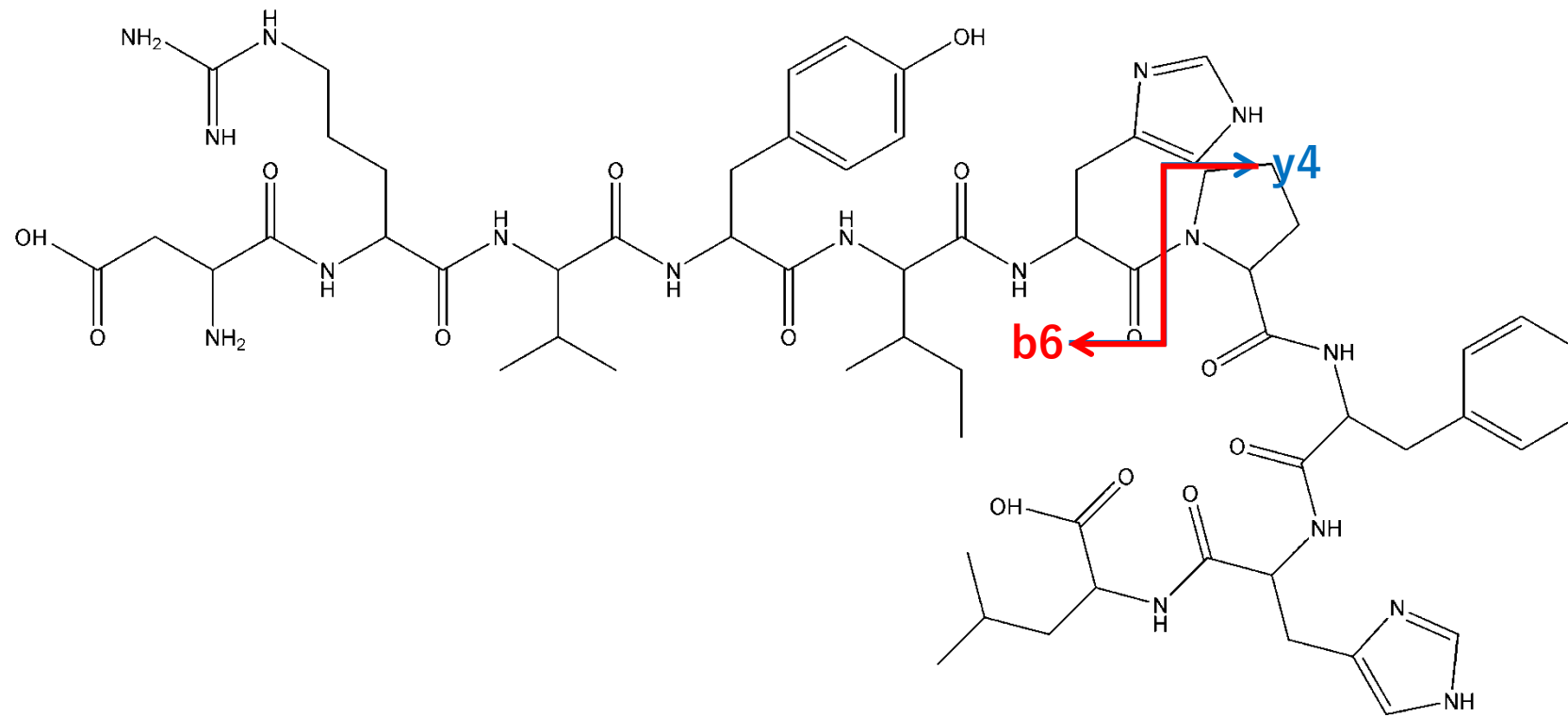
†5 ヒスチジンの pK<sub>R</sub> は 7.0 に近いので pH7.0 では中性型とプロトン型の両方が存在する。ヒスチジンのイミダゾリウム基の番号づけは生化学の慣用に従った。IUPAC の方法では生化学慣用の N3 が N1 となり、環の時計回りで番号が増す。

†6 アスパラギン酸アスパラギン酸の区別ができないときは三文字表記では Asx、一文字表記では B、グルタミン酸グルタミン酸の区別ができないときは三文字表記では Glx、一文字表記では Z、未決定のアミノ酸および標準アミノ酸以外のアミノ酸は一文字表記では X で示す。

例えば・ ・

Fragment 513 Da = 97 + 147 + 137 + 113 + 19 → Pro-Phe-His-Leu + H<sub>2</sub>O-H<sup>+</sup>, **y4**

Fragment 784 Da = 115 + 156 + 99 + 163 + 113 + 137 + 1  
→ Asp-Arg-Val-Tyr-Ile-His + H<sup>+</sup>, **b6**





実習での測定結果・レポート作成、提出用資料を  
下記のURLから適宜ダウンロードしてください。

[https://yokohamacu-my.sharepoint.com/personal/nonose\\_yokohama-cu\\_ac\\_jp/\\_layouts/15/onedrive.aspx?id=%2Fpersonal%2Fnonose%5Fyokohama%2Dcu%5Fac%5Fjp%2FDocuments%2F%E5%85%A8%E5%93%A1%E3%81%A8%E5%85%B1%E6%9C%89%2F%E8%87%AA%E7%84%B6%E7%A7%91%E5%AD%A6%E5%AE%9F%E9%A8%931a%E3%83%BB%E8%AC%9B%E7%BE%A9%E8%B3%87%E6%96%99](https://yokohamacu-my.sharepoint.com/personal/nonose_yokohama-cu_ac_jp/_layouts/15/onedrive.aspx?id=%2Fpersonal%2Fnonose%5Fyokohama%2Dcu%5Fac%5Fjp%2FDocuments%2F%E5%85%A8%E5%93%A1%E3%81%A8%E5%85%B1%E6%9C%89%2F%E8%87%AA%E7%84%B6%E7%A7%91%E5%AD%A6%E5%AE%9F%E9%A8%931a%E3%83%BB%E8%AC%9B%E7%BE%A9%E8%B3%87%E6%96%99)

- 自然科学実験1a・講義資料1
- 自然科学実験1a・講義資料2
- 2020自然科学実験1a測定結果  
※ この資料をレポート作成にお使いください。

あるいは

<http://cluster.sci.yokohama-cu.ac.jp/online%20koki%20lecture.html>

野々瀬担当分のオンライン講義資料

(講義スライド、ビデオ録画 等)を

下記のURLから適宜ダウンロードしてください。

<http://cluster.sci.yokohama-cu.ac.jp/online%20koki%20lecture.html>

## ◆「自然科学実験Ia」

理学部・学部2年生後期・実習科目

### ◆ 「エネルギー変換」

国際総合科学部・物質科学コース・学部3年生後期・専門教養科目

### ◆ 「ナノバイオ物質科学概説」

大学院博士前期課程・物質システム科学専攻・選択必修科目

.....ナノバイオ物質科学概説・日程表

### ◆ 「物質計測科学特論II」

大学院博士前期課程・物質システム科学専攻・選択必修科目

# 自然科学実験Iaレポート

実習の課題をレポートで提出して下さい。

MS-Wordで作成。A4で5～10枚程度。

(※ レポート本文中にマスペクトルを含めない。)

電子メールで野々瀬まで添付ファイルとしてお送り下さい。

送付先：[nonose@yokohama-cu.ac.jp](mailto:nonose@yokohama-cu.ac.jp)

メールの見出しおよび添付ファイルの名前を

「**自然科学実験Iaレポート**◆◆◆●●●」

として下さい。(◆◆◆は学籍番号、●●●は学生の氏名)

メール本文にも学籍番号・氏名の記入を必ず御願います。

提出締切は原則として翌週月曜日の17時まで。(締切厳守)

機器実験2：10月26日（月） レポート提出締切 11月9日（月）

※11月2日は曜日調節日で休講のため

機器実験4：11月16日（月） レポート提出締切 11月23日（月）

機器実験6：11月30日（月） レポート提出締切 12月7日（月）

終わり

御静聴を  
どうも有り難うございました。

実習レポートの提出を  
楽しみしております。