

## **Spektroskopische und Chemische Untersuchungen auf dem lebend Zellen-Staat**

### **Teil 1 Apfel**

Keisuke HORITSU

(Eingegangen am 30 September 1989)

#### **Einleitung**

Dieses Lagerungs-(Konservierungs-)Experiment wurde durchgeführt, um die besten Lagerungsbedingungen der Früchte zu erhalten; dabei wurde auf die schon veröffentlichten Untersuchungen<sup>1-7)</sup> Bezug genommen.

In Übereinstimmung mit den oben erwähnten Untersuchungen ist der Autor der Meinung, daß ein lebender Körper bzw. eine Zelle unter künstlichen Bedingungen so lange wie möglich in lebenden Zustand gehalten werden sollte.

Ein Teil dieses Experimentes bestand darin, einige Faktoren zur Erhaltung der physiologischen Bedingung dieser lebenden Zellen zu untersuchen; Ziel war die Entwicklung einer geeigneten Lagerung (Konservierung).

Als der erste Schritt im Hinblick auf das Experimentelle Ziel wurden einigen spektroskopischen und chemischen Eigenschaften der Zellen in dem lebenden Zustand untersucht.

Diese Untersuchungen waren mit neuen und verbesserten Methoden als die Infrarot, <sup>13</sup>C NMR(Kern Magnetische Resonanz), Raman Resonanz Spektroskopien, chemische Analyse(HPLC) vollendet werden. Sie wurde vom Autor gedanken sein.

In diesem Experiment wurden die beiden Apfelsorten "Fuji" und "Orin" als typische Vertreter der landwirtschaftlichen Primärprodukten ausgewählt und seine Eigenschaften wurden mit physikalischen und chemischen Methoden bestimmt.

Diese Versuchung wurde bei besonder Forschungsfonds der meiner Universität unterstützt, und wurden zum Teil  

---

Laboratorium für Biologie

an der Konferenz der Japanischen Gesellschaft für Agrochemie <sup>3)</sup>(Japan Agricultural chemical society) verkündigt. Diese übringe Teil wird bei Autor verkündigt sein.

#### **Experimentelle Methoden**

A) Probe: Zwei Apfelsorten(rote Schale: Fuji, grüne Schale: Orin) wurden als typische Proben ausgewählt. Sie wurden in dem anfangs erwähnten normalen Experimentierraum aufbewahrt. Sie wurden von dem Chiba Universität Landwirtschaftliches Gut geerntet.

B) Relative Dichte: Nachdem die zwei Probenarten ein Gleichgewicht bei  $2.5^{\circ}\text{C} \pm 0.5^{\circ}\text{C}$  erreicht hatten, wurde jeweils die relative Dichte bestimmt.

C) Temperatur der Lagerung (Konservierung): Im Kühlraum wurde die Temperatur von  $-0.5 \sim -1.5^{\circ}\text{C}$  ( $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ ) als Haupttemperaturbedingung in einer zweckmäßigen "Glove box" mit einem Expansionsdetektor konstant gehalten.

D) Feuchtigkeit (Relative Feuchtigkeit): Die "Glove box" wurde in den Kühlraum gestellt. Das fertige Modell dieser "Glove box" wurde "Außenapparat-Modell" genannt. Die Kontrolle der relativen Feuchtigkeit war nämlich außerhalb der Box möglich. Anorganische Salze und andere Reagenzien wurden untersucht, um den Faktor Wasser zu kontrollieren.

E) Probenflüssigkeit: Die Zellflüssigkeit wurde nach einer neuen Methode hergestellt, ohne irgendein Metall zu benutzen. Diese Flüssigkeit bestand aus einer Ansammlung von lebenden Zellen, so unverdünnt wie möglich. Während der schnellen Präparation hatte die Probe nur sehr wenig Luftkontakt. Es wurde darauf geachtet, den

Luftkontakt so weit wie möglich zu vermeiden. Unter Vermeidung von Luftkontakt wurde der Behälter mit der Zellsammlung, die an vier symmetrischen Stellen eines Stückes war, mit einem vom Autor entwickelten Plastikmesser geschnitten. Das geschnittene Material wurde in einem kleinen verschließbaren Polyäthylenbeutel zerkleinert, wobei inaktives Gas ausgetauscht wurde. Nachdem das zerkleinerte Material mit einer vom Autor entwickelten luftdichten Plastikpresse ausgedrückt worden war, wurde das zerkleinerte, gepresste und ausgedrückte Material unter Luftabschluß zentrifugiert (3000 DPM, 5 min). Dann wurde der Überstand zur Untersuchung verschiedener Eigenschaften verwendet.

F) pH: In diesem Fall wurde der pH-Wert an vier symmetrischen Stellen eines Stückes, das bei  $2.5^{\circ}\text{C} \pm 0.5^{\circ}\text{C}$  völlig zum Gleichgewicht gekommen war, jeweils mit einem pH-Meter einer kombinierten Nadel-Glas-Elektrode gemessen.

G) Kern Magnetische Resonanz: HITACHI NMR-90H (Dauerhafter Magnettype), JEOL JNM-GX400 FT NMR Spektromesser (Überleitend Magnettype, Institute for Molecular Science, Okazaki National Research Institutes): Die Bestimmungen wurden bei Zimmertemperatur durchgeführt. Als Standardreagenz wurde TMS verwendet, um chemische und andere Veränderungen zu analysieren. Besonders die Zahl der "Aquisition" war 20000 für JEOL JNM-GX400. Die zwei Proben wurden direkt zum Probetube unter den inaktiv Gas-Atmosphäre (z.B. Stickstoff oder Helium Gas) gepackt.

H) Infrarot Absorption: HITACHI IR 270-50; Die charakteristische Infrarot Absorption wurde meistens im Infrarotbereich  $4000 \sim 700 \text{ cm}^{-1}$  bestimmt. Weil diese Probe eine saure, wäßrige Lösung war, wurde erstmals eine Zelle mit mehrfacher Strahlenbrechung, deren Fenstermaterial Ge war, verwendet.

I) Laser Raman Resonanz: JEOL JRS-400D, Institute for Molecular Science, Okazaki National Research Institutes; Die Probe(roter Schale) wurde in die physiologische Lösung von dem Laser Strahl (Durchmesser: 1 mm) für 10 minuten (trage von  $900 \text{ cm}^{-1}$  bis  $1900 \text{ cm}^{-1}$  oder von  $1000 \text{ cm}^{-1}$  bis  $1750 \text{ cm}^{-1}$  bestrahlt, nach wurde die Lösung in des Becherglas getan sein. Natürlich wurde nur die physiologische Lösung von dem Laser(Ar) Strahl bestrahlt sein, um die Blindprüfung zu geben. Und das Obstfleisch wurde in eine kleine Prüfungsprobe (innen

Durchmesser: 1 cm) mit die physiologischen Lösung getaucht sein. Es war gleich wie die Beziehung zwischen der Kork und der Korkbohrer. Auch  $441.6 \text{ nm}$ ,  $60 \text{ mW}$ ,  $10^{\circ}\text{C}$ . J) Chemische Analyse (HPLC): HITACHI 655-A Flüssigkeitschromatograph, z.B. Hitachi Gel #2618, BTB, VIS  $440 \text{ nm}$  für organische Säure, und Hitachi Gel C611, RI,  $6 \text{ Kg/cm}^2$  für Kohlenhydrat verwendet. Zusätzlich wurden die hauptsächlichen Komponenten mit der organischchemische Methoden bestimmt.

### Experimentalle Ergebnisse

A) Der Durchmesser am Äquator der Früchte war von  $8.1 \text{ cm}$  bis  $9.3 \text{ cm}$ . Und diese waren von  $9.2 \text{ cm}$  bis  $10.4 \text{ cm}$  hoch (Vertikale).

B) Die durchschnittliche relative Dichte war  $4.10$  für roten Schalen (Fuji) oder  $4.27$  für grünen Schalen.

C) Die beiden typischen Ergebnisse im Hinblick auf die Erhaltung der Temperatur in der "Glove box", die in den Kühlraum gestellt worden war, werden verzeichnet sein. Natürlich wurden die Proben, 20 teilen und mehr, in die "Glove box" hineingegeben. Die Innentemperatur der "Glove box" wurde bei  $-1.5^{\circ}\text{C} \pm 0.5^{\circ}\text{C}$  gehalten. Die Abbildungen wurde, um Seite zu vermindern, auslassen. (= Abkürzung!) Abb. 1 wurde abkürzt.

D) Die beide typischen Ergebnisse im Hinblick auf die Erhaltung der relativen Feuchtigkeit in der "Glove box", die in den Kühlraum gestellt worden war, werden verzeichnet sein. Abkürzung! Die relative Feuchtigkeit im Inneren der "Glove box" wurde bei  $97 \sim 99\% \pm 1\%$  gehalten. Abkürzung! Der Zeiger gab einen etwas niedrigeren Wert an, und deshalb wurde korrigiert.

E) Diese Präparationsmethode wurde vom Autor neu entwickelt. Sie konnte bisher in keiner Veröffentlichung gefunden werden. Es wäre besser, während der Zentrifugation zu kühlen, eine Kühlzentrifuge war aber nicht vorhanden. Deshalb wurde die Zentrifugationszeit auf das Minimum beschränkt.

F) Der Haupt-pH-Wert an vier Stellen einer Sorte mit roter Schale (Fuji) oder einer Sorte mit grüner Schale (Orin) war  $4.10$  bzw.  $4.27$ .

G) Die Signal-Muster der Sorte mit roter Schale (Fuji) und der Sorte mit grüner Schale (Orin) im Bereich von  $0 \sim 250 \text{ PPM}$  (Abb. 4).

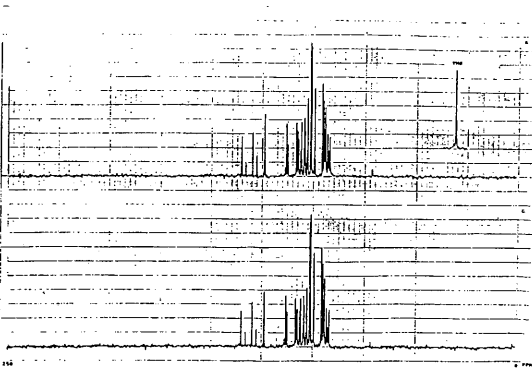


Abb. 4  $^{13}\text{C}$  NMR (90 MHz) der Sorte mit roter Schale (R) und der Sorte mit grüner Schale (G) im Bereich von 0 ~ 250 PPM.

Auch die Bestimmungen mit JNM-GX400 wurden bei Zimmertemperatur wie NMR-90H durchgeführt. Aber, der erste(JNM-GX400) hatte das Obstfleisch selbst als das Probe, weil mit dem NMR-90H die Fruchtsaft, untersucht wurde als wie in Vorstehenden. Besonders in dem ersten Fall (JNM-GX400), das Teil der physiologischer Ordnung, der Kern: ohne Japanische Mitsu, und das Teil der physiologischer Unordnung, der Wasser-Kern; Japanische Mitsu, wurde direkt bestimmt. Der teilweise Unterschied wurde in dem Vergleich des Bestandteiles von den Autor zuerst untersucht.

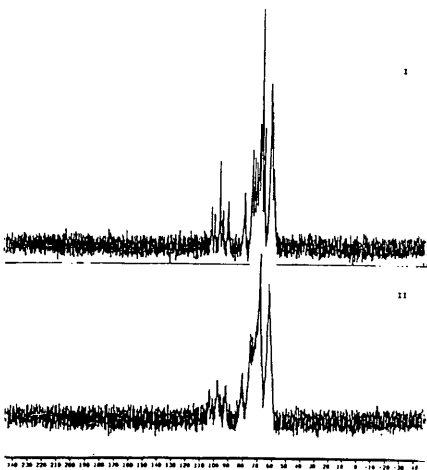


Abb. 5  $^{13}\text{C}$  NMR (100 MHz) den physiologischen Unordnung (I) und den physiologischen Ordnung (II) im Bereich von -50 ~ 250 PPM.

Auch als ein repräsentative typisch normal Bestandteil, die Apfel säure, die Zitronensäure, die Ascorbinsäure, die Glykose, die Fruktose, die Saccharose und das Pektin wurde bestimmt.

H) Die Infrarotabsorptionsmuster der Sorte mit roter Schale (R) und der Sorte mit grüner Schale (G) im Bereich von  $4000 \sim 700 \text{ cm}^{-1}$  werden entsprechend in Abb. 2 dargestellt.

Abb. 2 wurden unter Standardbedingungen gemessen:  $4000 \text{ cm}^{-1}$  bis  $700 \text{ cm}^{-1}$ . Abb. 3 wurden unter erweiterten Bedingungen gemessen:  $1800 \text{ cm}^{-1}$  bis  $700 \text{ cm}^{-1}$ , die Intensität war 30.0~95.0% für rote Schale(R). Und Abb. 3 wurden unter erweiterten Bedingungen gemacht:  $1800 \sim 700 \text{ cm}^{-1}$ , die Intensität war 30.0~95.0% für grüne Schale(G).

Die Aufzeichnung im Bereich von  $700 \text{ cm}^{-1}$  bis  $250 \text{ cm}^{-1}$  wurden mit verhältnismäßig hoher Absorption gestoppt.

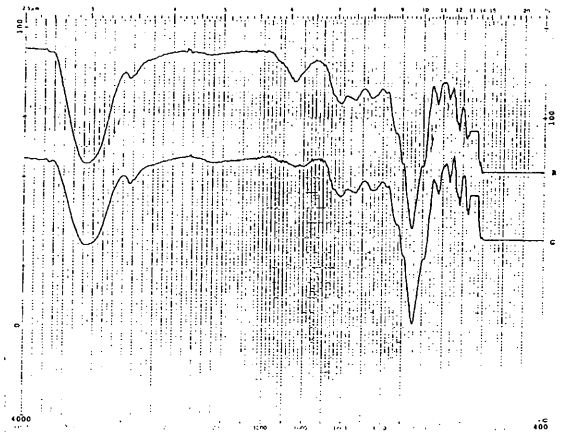


Abb. 2 Infrarotabsorptionen der Sorte mit roter Schale (R) und der Sorte mit grüner Schale (G) im Bereich von  $4000 \sim 700 \text{ cm}^{-1}$ .

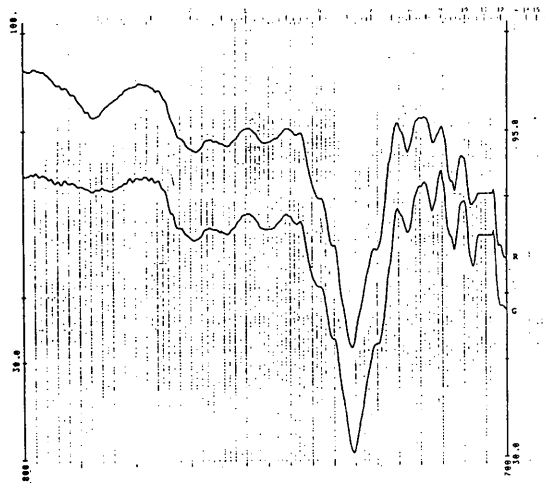


Abb. 3 Infrarotabsorptionen der Sorte mit rote Schale (R) [Intensität: 30 ~ 100%] und der Sorte mit grüner Schale (G) [Intensität: 30 ~ 95%] im Bereich von 1800 ~ 700  $\text{cm}^{-1}$ .

I) Diese Verfahren wurden im Atmosphäre des inaktiven Gas (z.B. Stickstoff Gas) durchgeführt. Und die Bestimmung des Carotenoid<sup>8)</sup> wurde von des Autor das guten Erfolg begleitet.

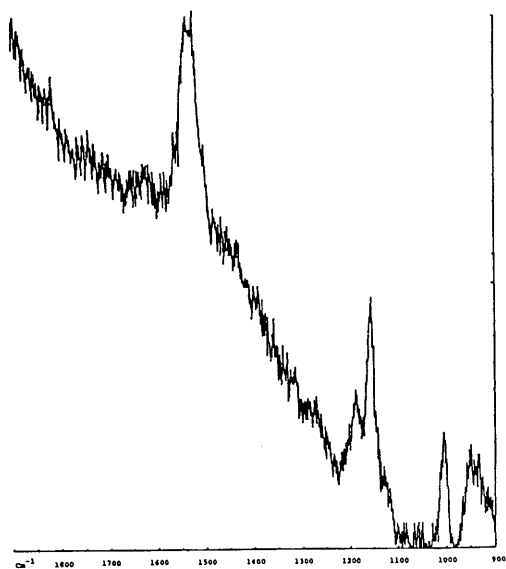


Abb. 6 Resonanz Raman Spektrum im Bereich von 1900 ~ 900  $\text{cm}^{-1}$ . (441.6 nm, 60 mW)

J) Chemische Analyse: Die organische Säure Komponente sind in Abb. 7 dargestellt, und die Kohlenhydrat Komponente in Abb. 8. Die Quantität aller Komponenten in roter Sorte war von grüner Sorte verschieden. Und die hauptsächlich Komponente waren im beiden Sorten unverändert.

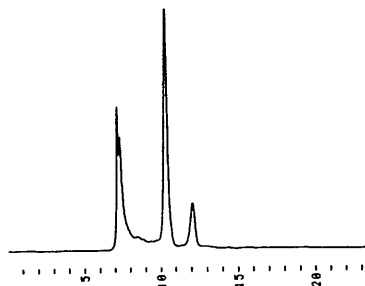


Abb. 7 Chromatographie von Organischen Säuren.

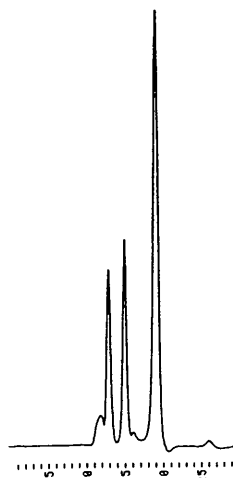


Abb. 8 Chromatographie von Kohlenhydrate.

Besonders mehrere Abbildungen, Tabellen und Detailbeschreibung der Untersuchungen wurden für die Beschränkung der Seitenzahl abgekürzt oder ausgelassen.

### Diskussion und Schluß

A) Die vergleichliche kleine Materialien waren zu lange Konservierung geeignet. Diese Wachstumsverläufe wurde genau bei Chiba Universität Landwirtschaftliche Versuchsstation verwaltet sein. Sie waren zu lage NMR Probetube geeignet.

B) In diesem Bereich, der physiologische Unordnung (Wasser-Kern) wurde oft gefunden sein, daß war sehr wohlschmeckend.

C) Wie in der vorhergehenden Veröffentlichung wurde die Lagerungs- (Konservierungs-) temperatur auf  $4^{\circ}\text{C} \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ , und  $-2.5^{\circ}\text{C} \pm 0.5^{\circ}\text{C}$  festgesetzt, im Rahmen der vorhandenen Kontrollmöglichkeiten, mit den vorhandenen Einrichtungen (Kühlraum) und Apparaten. Die Temperatur von  $-1.0 \sim -1.5^{\circ}\text{C}$  in der "Glove box" war eine objektive Temperatur und konnte konstant gehalten werden. Auch die Temperatur  $-2.5^{\circ}\text{C}$  im Kühlraum war die niedrigste Temperatur, bei der das intrazelluläre Wasser des Vorhandenen realen Organismus nicht gefroren war. Und die abgegebene Wärme des Organismus oder der Instrumente muß als wichtiges praktisches Problem betrachtet werden. Natürlich ist das Experiment weit vom Ziel entfernt, wenn das intrazelluläre Wasser im realen Organismus gefroren ist. Die Präzision der Kontrolle sollte vom Versuchsobjekt und von dem realen Organismus abhängen. Weiterhin ist es möglich, die Temperaturkontrolle durch eine einfache physikalisch-elektrische Detektormethode zu verändern, die nicht so hohe Kosten verursacht. Die Erhaltung einer konstanten Feuchtigkeit (relative Feuchtigkeit) mit physikalisch-elektrischen Methoden ist auch in einem kleinen Maßstab schwierig. Natürlich ist es möglich, die Bedingungen auf eine kostspielige Art zu erhalten. Des weiteren Müßte vielleicht im Fall eines großen Meßbereiches die Erhaltungsmethode in eine kostengünstigere umgewandelt werden. Eine chemische oder physikochemische Methode ist eine wirtschaftliche Methode, die für große und kleine Meßbereiche nützlich ist. So versucht der Autor, die Möglichkeit der Aufrechterhaltung der Feuchtigkeit zu überprüfen, und zwar als erstes Problem im Bereich von 97 ~ 99% oder als zweites Problem in einem Bereich über 95%: dabei muß zumindest als ein praktisches Problem der große Meßbereich oder Herstellung in Betracht gezogen werden.

D) Das problem, daß der Zustand des intrazellulären Wassers in der lebenden Zellen dem Zustand am Baum über einen langen Lagerungszeitraum angeglichen werden muß, wurde zuerst berücksichtigt. Aber eine solche Erhaltung ist momentan fast unmöglich durchzuführen. Es ist momentan möglich, daß der Zustand des Wasserfaktors dem Zustand am Baum so weit wie möglich angeglichen werden kann. Demnach muß als eine mögliche tatsächliche Bedingung angestrebt werden, die Feuchtigkeit im Bereich von 97 ~ 99% zu halten. Die Erhaltung dieses Bereiches war jedoch nicht so einfach. Natürlich gelang es dem Autor, die Feuchtigkeit konstant zu halten. Als praktisches Problem ergibt sich, daß die Feuchtigkeit nicht unter 95% absinken darf. Der Rückgang der Feuchtigkeit um einige Prozent verursacht generell eine Abnahme der Qualität um einige Grad. Als eine Gegenmaßnahme könnte eine Kürzung der Lagerungszeit (Konservierungszeit) den Qualitätsverfall dienen. Die Erhaltung der Qualität ist am wichtigsten bei der Lagerung. Besonders im Fall der Konservierung ist es am wichtigsten. So kann über eine angemessene Lagerungszeit entschieden werden. Während einer solchen Lagerung (Konservierung) von Lebensmitteln (landwirtschaftlichen Primärprodukten) sollte auch eine kleine Menge giftiger Bestandteile, die entweder selbst vorhanden sind oder beim Kontakt oder der Reaktion im Absorptionsprozeß freigesetzt werden, unbedingt vermieden werden. Diese wichtige Einschränkung im Bezug auf die verwendeten Reagenzien wurde hinreichend bedacht, um eine Fleckbildung der Lebensmittel zu vermeiden. Es ist eine sehr wichtige Überlegung. Die Feuchtigkeit wurde mit den verwendeten Reagenzien bei 97 ~ 99% gehalten.

Dann wurde angenommen, daß der Dampfdruck der wäßrigen Lösung die relative Feuchtigkeit auf einen niedrigeren Prozentsatz senkte.

E) Alles Metal (natürlich, rostwenig Stahl 18-8) wurde nicht vollständig benutzt.

F) Die Unterschied im Hinblick auf die Sorte wurde gemessen.

G) Das Signal von  $^{13}\text{C}$  NMR der fundamentalen (wichtigen) Komponenten zwischen der Sorte mit roter Schale und der Sorte mit grüner Schale wurde sichtbar gemacht und nachgewiesen. Auch das Existenzverhältnis in diesen ausführlichen Komponenten war unterschiedlich zwischen beiden Sorten. Es war ein wichtiges und signi-

fikantes Ergebnis. Es wurde berücksichtigt, daß die nachweisbaren Ergebnisse mit dieser Methode des Autors zum ersten Mal erlangt werden konnten. Die flüssige Probe wurde mit neu erfundenen Apparat und der neu erfundenen Präparationsmethode hergestellt.

Die fundamentale Komponente des  $^{13}\text{C}$  NMR signals für den physiologischen Ordnung und für den physiologischen Unordnung zeigten keinen großen Unterschied. Aber für andere Komponente können Unterschiede nachweisen sein. Diese Ergebnis wurde bei dem Autor zum ersten Mal gezeigt. Des weiteren wurde sie mit hoher Acquisition bestimmt (20000). Sonders, ein jede objektiv Obstfleisch wurde direkt zum ein jede Probetube unter den inaktiv Gas-Atmosphäre gepackt. Diese Methode führt es an Erfolg.

H) Der Unterschied der hauptsächlich representative Komponente wurde zwischen rote Sorte und grün Sorte nicht gefunden. Aber der winig Unterschied wurde gefunden. Dieser Erfolg der Bestimmung wurde mit Ge von des Autor durchgeführt.

I) Besonders die Existenz der Carotenoid im Obstfleisch wurde von des Autor zum ersten Mal bestimmt.

J) Der Unterschied der hauptsächlich Komponente wurde im organische saure und Kohlenhydat zwischen rote Sorte und grün Sorte nicht bestimmt. Aber der Unterschied in die jeder Quantität der jeder Komponente wurde zwischen bei Sorten präzisiert.

### Zusammenfassung

Die Experiment wurde ausgeführt, um eine fundamentale angemessen lange Lagerung(Konservierung) von landwirtschaften Primärprodukten einzurichten. Besonders, diese spektroskopische und chemische Untersuchungen am zellartig Niveau werde von Autor unter den lebenden Verhältnissen zum ersten Mal durchgeführt.

Die Temperaturkontrolle, die niedrige Temperatur war  $-1.5^{\circ}\text{C} \pm 0.5^{\circ}\text{C}$  (bevor lebende Zellen gefrieren), wurde vom Autor erfolgreich durchgeführt in dem neuen Außenapparatmodell der zweckmäßig entwickelten "Glove box." Auch die relative Feuchtigkeit konnte bei  $97-99\% \pm 1\%$  in der "Glove box" kontrolliert werden, weil diese neue "Glove box" ein Außenapparatmodell war.

Die neuen Informationen der lebenden Zellen-Staat,

die von den zwei typischen Apfelsorten mit roter Schale (Fuji) und grüner Schale (Orin) hergestellt wurden, und zwar mit dieser Productiven Plastikpresse unter Luftabschluß, wurde zum ersten Mal erhalten durch die Ergebnisse der  $^{13}\text{C}$  NMR und IR ( $4000-700\text{ cm}^{-1}$ ). Natürlich wurden die wichtige relative Dichte, die der Autor bearbeitet hat, und der pH-Wert zur selben Zeit bestimmt. Vollends mit  $^{13}\text{C}$  NMR (90 MHz) für rote und grüne Schale in dem flüssigen Zustand, und mit  $^{13}\text{C}$  NMR (100 MHz) für den Kern und den Wasser-Kern im lebenden Zustand, und mit H NMR (400 MHz) für die Norm, diese viele Bestimmungen wurden bei neue Method zum ersten Mal durchführt. Zwischen zwei Schale, der große fundamental Unterschied wurde nicht gefunden. Aber zwischen dem Kern und Wasser-Kern, der winzige Unterschied wurde im Bestandteil gefunden. Besonders, für rote Sorte die Existenz der Carotenoid im Obstfleisch wurde mit Laser Raman Resonanz zum ersten Mal festgestellt. Andererseits, zwischen diese zwei Sorten, chemische Analyse (HPLC) und pH-Wert auf winzigen Unterschied hinwies.

### Bibliographie

- 1) K.Horitsu: Bull. Re. In. Do. Sci. Tokyo Kasei Daigaku 7, 48 (1984)
- 2) K. Horitsu: ibid. 8, 29 (1985)
- 3) K. Horitsu: Japan Agr. Chem. Soc. 342th Con. Kansai 1 (1985)
- 4) K.Horitsu: Bull. Re. In. Do. Sci. Tokyo Kasei Daigaku 9, 36 (1986)
- 5) K. Horitsu: ibid. 10, 75 (1987)
- 6) K. Horitsu: ibid. 11, 83 (1988)
- 7) K.Horitsu: Bull Re. In. Do. Sci. Tokyo Kasei Univ. 12, 75 (1989)
- 8) R.F. Dallinger et al: J. Am. Chem. Soc. **1981**, 103, 7433

Fußnote: Dieser Forschungsbericht mußte wegen des Etats und des Wegen, weil eine Person nur einmal in Jahr ihn vorlegen darf, äußerst verkürzt werden.

生の細胞群における分光学的化学的研究

第1報 リンゴ

堀 津 圭 佑

(1989年 9月30日受理)

この実験は農業第一次生産物の基本的な適切な長い貯蔵(保蔵)を行なうためになしとげられた。この分光学的かつ化学的研究は細胞単位で生きている状態において初めて著者によりなしとげられた。

この温度制御は合目的に開発した“Glove box”の新しい外設型で著者によって成功へとなしとげられた。この低温度は $-1.5^{\circ}\text{C} \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ (生きている細胞が凍結する前)であった。また、この新しい“Glove box”は外設型であるから相対的湿度は $97 \sim 99\% \pm 1\%$ にこの“Glove box”のなかで制御された。

生きている細胞群の新しい情報は、赤色品種(富士)と緑色品種(王林)の2つの典型的リンゴの品種で確立され、また、確かに空気遮断下で、この造られたプラスチック製圧縮器を用いて、初めて、 $^{13}\text{C}$  NMRやIR( $4000 \sim 700\text{ cm}^{-1}$ )の結果により得られた。当然、著者は重要な相対密度、pH値を同時に測定した。さらに液体状態の赤色と緑色の品種に対して $^{13}\text{C}$  NMRと生の状態の核果と水核果に対して $^{13}\text{C}$  NMR(100 MHz)と規準に対する $^1\text{H}$  NMR(400 MHz)、これらの多くの測定は新しい方法により初めてなしとげられた。2品種間で大きな基本的相異は見出されなかった。しかし、核果と水核果間には、僅かな相異が成分において見出された。特に赤色品種に対し、果肉にカロチノイドの存在が初めてレーザーラマン共鳴によって測定された。一方、2品種間で化学分析(HPLC)やpH値は僅かな相異を示した。