

古式泡盛製法(シー汁浸漬法)によるモロミの特徴

| | |
|-------|--------------------------------|
| 誌名 | 東京農業大学農学集報 |
| ISSN | 03759202 |
| 著者名 | 熱田,和史 大城,勤 森,哲也 小泉,武夫 |
| 発行元 | 東京農業大学 |
| 巻/号 | 49巻4号 |
| 掲載ページ | p. 184-188 |
| 発行年月 | 2005年3月 |

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



古式泡盛製法（シー汁浸漬法）による モロミの特徴

熱田和史*・大城 勤**・森 哲也***・小泉武夫***

(平成 16 年 7 月 6 日受付/平成 16 年 12 月 10 日受理)

要約: 昭和 30 年代後半から使用されなくなったシー汁浸漬法により原料米を浸漬し、シー汁麴を作り実際に小仕込み試験を行い、モロミの特徴を検討した。その結果、シー汁浸漬麴モロミのアルコール生成は通常浸漬モロミと比べて 2% 低い値を示した。発酵終了時の還元糖量はシー汁浸漬モロミでは約 1.5% 存在しておりいわゆる“甘ダレ”現象がみられた。シー汁浸漬麴モロミの遊離アミノ酸含量は発酵初期では 700 mg/l で、通常浸漬モロミの半分の量であった。反面、高級アルコールやエステルなどの香気成分は増加した。A/B 比はシー汁浸漬もろみは 2.5 で通常浸漬モロミ (1.8) に比べて高い値を示し、軽快で華やかな香気であった。以上よりシー汁浸漬を行った麴のモロミは通常よりアルコール生成量が低下するものの、香気成分が増え、華やかな酒質となることが明らかになった。

キーワード: 泡盛, シー汁浸漬, モロミ, 香気成分

緒 言

昭和 30 年代以前の泡盛製造の原料米浸漬工程はシー汁と呼ばれる乳酸酸性を示す独特の臭気を持った浸漬水を用いて行われていた。しかし泡盛製造の機械化と省力化が勧められ、昭和 30 年代後半からほとんど行われなくなった。これまでシー汁浸漬について様々な調査報告書¹⁻³⁾はあるが、シー汁の微生物学的、醸造学的な詳細な検討は行われていなかった。そこで著者らは泡盛の酒質の多様化を図るため、より本格的な風味を持った泡盛を製造することを目的とし、シー汁浸漬を行った古式泡盛製法を試みた。これまでにシー汁液中の微生物相の変遷を明らかにし、シー汁液中の各種酵素の存在を報告⁴⁾した。さらにシー汁浸漬後の原料米表層部の崩壊やビタミン類、ミネラル類が減少する微生物的精白が行われていることを明らかにした⁵⁾。前報⁶⁾においてシー汁浸漬を行った麴は、品温の上昇が抑えられ、孢子着生の少ない麴となり、グルコアミラーゼ、酸性プロテアーゼ、酸性カルボキシペプチダーゼ等の酵素が低く生産され、麴の遊離アミノ酸も 30% 低い値を示していたことから、モロミ中で香気成分の増加が示唆された。本報ではシー汁浸漬麴を用いたモロミの糖、アミノ酸の変化および酵母の消長よりアルコール生成と香気成分について検討し、シー汁浸漬によるモロミの特徴を調べた。

材料および方法

1. 原料米

供試原料米は、前報⁴⁾と同様にタイ国産、丸米 (2002 年

度産) を用いた。

2. シー汁種の調製及び浸漬工程

シー汁種の調製は前報⁴⁾と同様の方法で行った。浸漬工程は原料米 2kg にシー汁種を 10% になるように浸漬水に添加し、24 時間、25°C の条件で行った後、浸漬米を取り出し、軽く水で洗浄し、30 分間の水切りを行った米をシー汁浸漬米とした。対照として通常行われる浸漬時間 (2 時間) 地下水による浸漬を行った。

3. 蒸きょう、植菌及び製麴操作

蒸きょう、植菌および製麴は前報に倣い⁶⁾行った。すなわち浸漬米 1kg を加圧滅菌装置にて 8 分間の加圧蒸煮 (120°C, 1.2 気圧) 後、蒸米が 38°C になった時点で、原料米に対して、0.1% 量の市販泡盛用種麴菌 (ビオック製) を添加し、よく混ぜ合わせた後、恒温恒湿装置にて 32°C, 20 時間温度を保った。その後、恒温恒湿装置の温度を 35°C に設定し、麴の品温が 40°C に達した時点で麴を軽くかき混ぜて品温を下げ、以後 38°C, 36°C に麴品温が達した時点で品温を下げた。36°C での品温を下げる操作後は、恒温恒湿装置の温度設定を 30°C にし、以後 42 時間目まで製麴の後、1 時間室温で放置した麴を出麴とした。なお、シー汁浸漬工程を行った麴をシー汁麴、通常の浸漬を行った麴を通常麴とした。

4. 仕込み操作

仕込みは 5L 容ステンレスタンクに上記麴 1kg と、麴に

* 忠孝酒造株式会社・東京農大大学院醸造学専攻研究生

** 忠孝酒造株式会社

*** 東京農大応用生物科学部醸造科学科

対して1.6倍の水を加えた。これにあらかじめ前培養した泡盛酵母101号を 2×10^6 cell/mlとなるように添加し、25°Cで20日間毎日1回の攪拌操作を行い発酵を行った。それぞれシー汁麴を使用したモロミをシー汁浸漬モロミ、通常麴を使用したモロミを通常浸漬モロミとした。

5. 成分分析

モロミのアルコール濃度及び香気成分はガスクロマトグラフィー（GC17FID 島津製作所製）にて測定した。試料はモロミ10gを遠心分離（6,000×g, 10 min）し、その上澄み液を用いた。アルコール濃度は上澄み液を10倍に希釈後、1μlを直接インジェクション法で、香気成分は20 ml容バイアル瓶に5 mlの上澄み液および100 mg/lの内部標準物質 Methyl hexanoate, n-Amyl alcohol を入れ、バイアルを130°C, 5分間保持後、キャピラリーカラム（DB-WAX, φ0.32×30 m）を用いたヘッドスペース法で行いその平均値で算出した。還元糖量はSomogyi-Nelson法⁷⁾にて測定した。酵母数の測定はトーマ氏血球計を用い常法どおり行い、死滅率は0.1%アルカリメチレンブルー染色法⁸⁾により算出した。モロミの遊離アミノ酸はモロミ2gを遠心分離（6,000×g, 10 min）し、その上澄み液を試料として自動アミノ酸分析装置（L-8500 日立社製）を用いて測定した。

結果および考察

1. シー汁浸漬モロミの発酵経過

モロミの発酵日数による経時変化をFig. 1に示した。アルコール生成量は2日目から通常浸漬モロミと比較して差が生じ、20日目ではシー汁浸漬モロミで16.7%, 通常浸漬モロミで18.6%と、発酵終了時まで常に通常浸漬モロミよりアルコール生成が低いものであった。還元糖量はシー汁

浸漬モロミでは3日目に最大2.2%になり以後減少したが、7日目以後増加に転じ、11日目以降ゆるやかに減少し、発酵終了時で約1.5%の還元糖が残存し、いわゆる“甘だれ”現象がみられた。一方、通常浸漬モロミでは還元糖量が3日目に最大2.8%に達し、以後、緩やかに減少した。20日目では0.1%と、ほとんど糖が消化され、順調な発酵経過を示した。シー汁麴を用いたモロミでは還元糖が2~1.5%存在するにもかかわらず、酵母によるアルコール発酵が十分に行わなかった。さらに発酵4日目以降での酵母死滅率が通常麴と比較して高い値を示した。一般に、このような発酵途中で還元糖量の増加、アルコール発酵が緩慢になり酵母の死滅率が高くなる時は、発酵温度の急昇による酵母の死滅⁹⁾、原料米中の酵母の必須成分の欠乏¹⁰⁾により“甘だれ”現象がおきるといわれている。今回の実験では温度の急昇はなく、またシー汁浸漬を行った原料米はタンパク質、ミネラル類、水溶性ビタミン、脂質が溶出することから⁵⁾、これら酵母の増殖、発酵に必須な成分が律速となって、酵母のアルコール生成が低下したものと推察した。発酵11日目以降の還元糖は再び減少傾向になったが、酵母数の減少から、酵母の死滅による自己消化によりこれらの必須成分が溶出され、それが再び酵母に取り込まれ還元糖を消費し、アルコール生成がわずかに行われたと推察した。モロミの香りはシー汁浸漬モロミからは5日目より華やかでフルーティーな香りを生成し、通常モロミとは官能的に明らかに異なっていた。

2. モロミ中のアミノ酸組成の変化

発酵経過によるモロミ中のアミノ酸組成比の変動をTable 1に示した。各アミノ酸の配列順序は秋田ら¹¹⁾の報告に従い酵母が取り込みやすい順に上位から並べた。シー

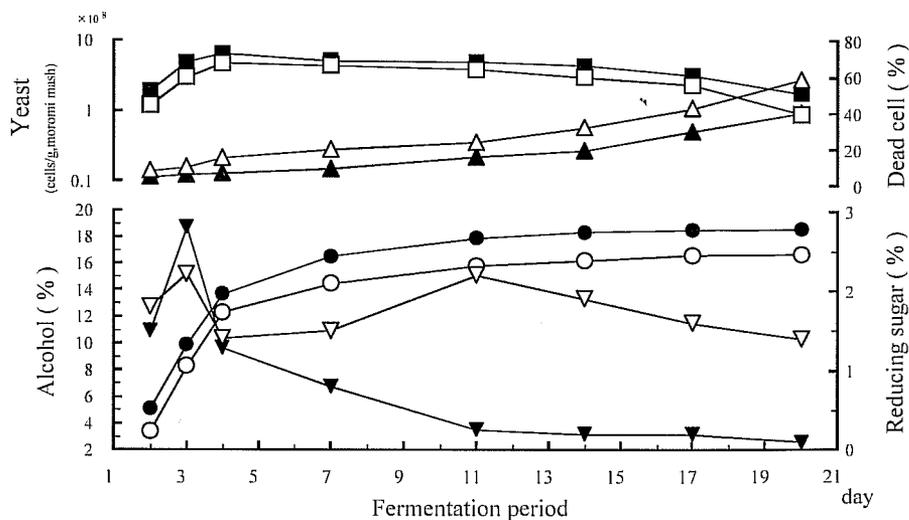


Fig. 1 Changes of components in moromi mash fermentation used of koji made by si-jiru method

| | | | | |
|---------|---|---------------------------------------|---|--------------------|
| | ○ | Alcohol (% v/v) | ▽ | Reducing sugar (%) |
| Si-jiru | □ | Yeast ($\times 10^8$ cells/g moromi) | △ | Dead cell (%) |
| Usual | ● | Alcohol (% v/v) | ▼ | Reducing sugar (%) |
| | ■ | Yeast ($\times 10^8$ cells/g moromi) | ▲ | Dead cell (%) |

Table 1 Amino acids composition of *si-jiru moromi* mash

| Days | <i>Si-jiru</i> | | | | | | Usual | | | | | |
|------|----------------|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|
| | 2 | 4 | 7 | 11 | 14 | 17 | 2 | 4 | 7 | 11 | 14 | 17 |
| Lys | 5.5 | 2.5 | 4.7 | 6.4 | 6.5 | 6.7 | 4.7 | 2.6 | 5.6 | 6.7 | 6.6 | 6.8 |
| Ser | 2.9 | 2.5 | 2.7 | 2.9 | 3.2 | 3.2 | 3.3 | 1.9 | 2.5 | 2.9 | 3.1 | 3.1 |
| Thr | 7.2 | 4.1 | 6.1 | 6.2 | 5.8 | 5.4 | 7.1 | 5.1 | 4.7 | 4.5 | 4.8 | 4.9 |
| Met | 2.8 | 1.5 | 1.9 | 2.3 | 2.8 | 2.7 | 2.3 | 1.2 | 1.6 | 2.3 | 2.6 | 2.5 |
| His | 4.5 | 3.8 | 3.9 | 3.8 | 3.8 | 3.7 | 4.4 | 3.4 | 3.3 | 3.4 | 3.4 | 3.3 |
| Leu | 6.6 | 1.0 | 1.8 | 4.1 | 4.9 | 5.6 | 6.3 | 1.7 | 2.8 | 5.1 | 5.9 | 6.0 |
| Cys | 1.0 | 1.7 | 1.3 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 0.9 | 1.6 | 1.3 | 1.2 | 1.3 | 1.3 |
| Asp | 3.7 | 2.9 | 3.1 | 4.8 | 3.5 | 3.6 | 3.4 | 3.0 | 3.4 | 3.8 | 3.9 | 3.9 |
| Ile | 3.0 | 1.0 | 1.1 | 1.5 | 1.7 | 2.4 | 2.3 | 1.0 | 1.3 | 2.1 | 2.3 | 2.5 |
| Glu | 10.3 | 9.7 | 10.7 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 10.2 | 8.5 | 9.8 | 10.2 | 9.7 | 10.2 |
| Phe | 7.4 | 4.1 | 3.6 | 4.5 | 5.8 | 5.6 | 8.4 | 4.5 | 4.7 | 5.4 | 5.2 | 5.3 |
| Arg | 19.3 | 28.9 | 24.9 | 21.2 | 19.3 | 18.5 | 18.7 | 29.5 | 25.3 | 21.0 | 19.4 | 18.2 |
| Val | 5.1 | 2.7 | 2.4 | 3.1 | 3.5 | 3.7 | 4.9 | 2.6 | 3.0 | 3.4 | 3.7 | 3.7 |
| Tyr | 6.7 | 4.3 | 4.5 | 4.6 | 5.5 | 5.2 | 6.5 | 5.0 | 5.1 | 5.1 | 5.1 | 5.0 |
| Ala | 8.3 | 10.5 | 11.5 | 10.4 | 10.0 | 9.9 | 7.6 | 10.1 | 10.7 | 10.6 | 11.2 | 11.5 |
| Gly | 3.4 | 8.4 | 5.9 | 4.1 | 3.9 | 3.9 | 3.3 | 5.6 | 4.1 | 3.8 | 3.8 | 3.8 |
| Pro | 2.1 | 10.4 | 9.9 | 8.0 | 7.6 | 7.7 | 5.6 | 12.4 | 10.6 | 8.5 | 7.9 | 7.7 |

(%)

汁浸漬モロミのアミノ酸は発酵2日目から4日目で変動があり、取り込み上位とされるアミノ酸の組成比は減少していた。4日目以後の発酵において組成比の変動は少なかった。通常浸漬モロミにおいても同様に变化し、発酵終了時における組成比についても同じような組成比を示した。モロミ中の全アミノ酸量の経時変化を Fig. 2 に示した。全アミノ酸含量は発酵経過と共に増加し、発酵2日目におけるアミノ酸含量はシー汁浸漬モロミで770 mg/l で、通常浸漬モロミは倍の1,400 mg/l であった。アミノ酸量は4日目までは緩やかに増え、以後11日目まで直線的に増加した。またアミノ酸の組成比は4日目で大きく変動していることから、この時期に酵母のアミノ酸の取り込みが活発になっていると推察した。発酵17日目ではアミノ酸含量の差は約2000 mg/l まで広がった。この差は麴の酸性プロテアーゼ活性及び酸性カルボキシペプチダーゼ活性の差による⁶⁾ものと推察した。

3. 香気成分

シー汁浸漬麴を用いたモロミ中の香気成分含量を Table 2 に示した。香気成分の総量は通常浸漬モロミに比べて15%程度高い830 mg/l を示した。さらに、酒類の香気成分の中でも高い含有量を示す、Isoamyl alcohol が通常浸漬モロミと比べて30%増加した。特にフルーティーな香りの特徴香である Isoamyl acetate も通常浸漬モロミよりも2倍近い値を示した。高級アルコール類は酵母により Ehrlich 経路、アミノ酸合成経路などを経て生成されることが知られており¹²⁾、培地中のバリン、ロイシン等のアミノ酸を取り込み、高級アルコールを生成する。しかしこれらのアミノ酸が過剰になると生成が抑制される^{13,14)}。発酵初期におけるシー汁浸漬モロミのアミノ酸量は通常浸漬モロミの約半分であり、プロテアーゼ活性も低いことから

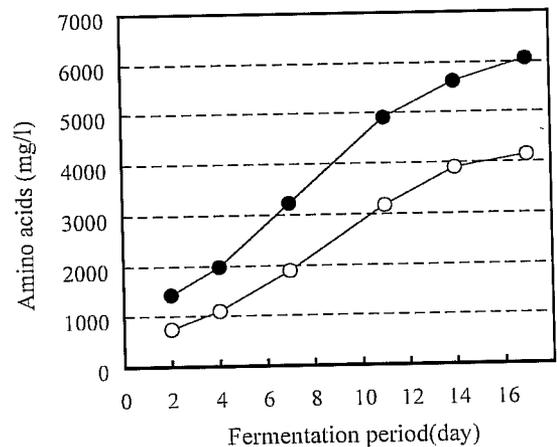


Fig. 2 Changes of total free amino acids in *si-jiru moromi* mash
—○— *Si-jiru* —●— Usual

モロミ中に供給されるアミノ酸も通常浸漬と比較して少ない。このことより、シー汁浸漬モロミ中の Isoamyl alcohol は生成が抑制されないため通常浸漬モロミより多く生成されたか、あるいは糖からアミノ酸合成経路に沿って生成される経路が大きくなったものと推察した。シー汁浸漬を行うことにより供給されるアミノ酸が減少し、かつ製麴による不飽和脂肪酸の生成が少ないため、香気成分が増加したシー汁浸漬モロミは、ある意味では吟醸酒モロミと同様発酵原理であると推察された。Isoamyl alcohol と Isobutyl alcohol の比、すなわち A/B 比について中田ら¹⁵⁾は泡盛酵母の香り特性を調べ、1960年代の分離酵母は A/B 比が2.0以上の高い値を示し、1980年代から分離した酵母は2.0以下であり、さらに製品についても同様な傾向があると報告している。シー汁浸漬モロミは通常浸漬モロミと比

Table 2 Aroma components of *awamori moromi* mash used for *si-jiru koji*

| Steeped process | <i>si-jiru</i> | Usual |
|------------------|----------------|-------|
| Aceto aldehyde | 49.3 | 35.8 |
| Ethyl acetate | 60.2 | 61.5 |
| n-Propyl alcohol | 90.5 | 88.9 |
| Isobutyl alcohol | 178.5 | 188.2 |
| Isoamyl acetate | 1.5 | 0.8 |
| Isoamyl alcohol | 448.5 | 342.5 |
| Ethyl caproate | 2.1 | 2.3 |
| Total | 830.6 | 720 |
| (mg/l) | | |
| A/B ratio | 2.5 | 1.8 |

A/B ratio : Isoamyl alcohol/Isobutyl alcohol

較して、1980年代以降の分離酵母を用いているのにも関わらず、A/B比が2.5と高く、シー汁浸漬が行われていた当時の酒質に近いと推察した。吉沢^{16,17)}はウイスキーの香り成分についてA/B比が高いと香りは軽くなると述べており、また中田らも焼酎も同様な傾向を示し、Isobutyl alcoholが低くA/B比が高いと軽く華やかな香りになると報告¹⁸⁾している。以上よりシー汁浸漬を行った泡盛は香り成分が増加し、これが熟成により丸みや深みをもたらす¹⁹⁾要因の一つと推察した。

以上の結果よりシー汁浸漬を行った麴のモロミは通常よりアルコール生成量が低下し、還元糖量の高いモロミとなり、アルコール収得歩合が低下すると思われるものの、発酵初期のアミノ酸量および麴の不飽和脂肪酸含量が低いためIsoamyl alcoholやIsoamyl acetate生成量が増加し、A/B比も高い値となり華やかな酒質となることが明らかになった。

参考文献

- 1) 森 貞信, 1935. 泡盛を見る. 醸協, 30, 817-823.
- 2) 牛島善人, 1936. 泡盛の調査研究(第1報). 醸協, 31, 564-570.

- 3) 野白喜久雄, 1960. 泡盛と焼酎—その比較醸造学的考察—, 醸協, 55 (9), 562-568.
- 4) 角田潔和・金内 誠・熱田和史・進藤 齊・吉澤 淑・小泉武夫, 1998. 古式泡盛製造時のシー汁中の微生物相と酵素活性. 醸協, 93 (11), 897-904.
- 5) 熱田和史・大城 勤・角田潔和・小泉武夫, 2003. 古式泡盛製法(シー汁浸漬法)による原料米の変化. 醸協, 98 (1), 59-65.
- 6) 熱田和史・大城 勤・森 哲也・小泉武夫, 古式泡盛製法(シー汁浸漬法)によるコウジの特徴. 東京農大集報投稿中.
- 7) 注解編集委員会, 1993. 第四回改正国税庁所定分析法注解, (財)日本醸造協会.
- 8) SAMI, M., IKEDA, M. and YABUCHI, S., 1994. Evaluation of the alkaline methylene blue staining method for yeast activity determination. *J. Ferment. Bioeng.*, 78 (3), 212-216.
- 9) 菅間誠之助, 1972. 琉球泡盛—焼酎の原点. 醸協, 67 (3), 209-213.
- 10) 野白喜久雄・中川清道, 1960. 掛流し米に関する研究(第1報) 発酵緩慢化の回復方法について. 醸協, 52 (12), 900-897.
- 11) 秋田 修・大場俊・中村欽一, 1986. 糖化後発酵法における発酵条件の検討(1). 醸協, 81 (6), 402-408.
- 12) RAINBOW, C. 1970. The Yeasts (HARRISON, J. and ROSE, A. H.), Vol. 3, 190, Academic Press, London and New York.
- 13) 大内弘造・高岸正邦・山本泰彦・秋山祐一, 1981. *Saccharomyces cerevisiae* の高級アルコール生成と窒素源の影響. 醸工, 59 (1), 9-16.
- 14) 秋田 修・蓮尾徹夫・大場俊輝・宮野信之, 1987. 酵母による高級アルコール, 酢酸イソアミル生成に及ぼすアミノ酸の影響. 醸工, 65 (1), 19-26.
- 15) 中田久保・穂坂 賢・佐藤 弘・広瀬 賢・坂井 劭, 1987. 1980~1981年に分離した泡盛酵母もろみ中における香り特性. 醸工, 65 (2), 121-126.
- 16) 吉沢 淑, 1966. 酒類の香り成分, 中性成分について. 醸協, 61 (6), 481-485.
- 17) 吉沢 淑・高橋康次郎, 1986. プロファイル法によるウイスキーの官能評価. 醸協, 81 (10), 680-684.
- 18) 中田久保・鶴田純子・穂坂 賢, 1988. 泡盛の低A/B (iso-Amyl alcohol/iso-Butyl alcohol) 比について. 醸工, 66 (4), 203-208.
- 19) 角田潔和・熱田和史・小林一三・金内 誠・新藤 齊・吉沢 淑・小泉武夫, 1998. 古式製法(シー汁浸漬)による泡盛の貯蔵熟成試験. 日食保蔵誌, 24 (6), 361-367.

The Characteristic of the *Moromi* Mash Fermentation Used in *Koji* Made by the Method of Traditional *Awamori* Production 'Si-jiru Process'

By

Kazushi ATSUTA*, Tsutomu OOSHIRO**, Tetsuya MORI*** and Takeo KOIZUMI***

(Received July 6, 2004/Accepted December 10, 2004)

Summary : It appeared that characteristic of *moromi* mash fermentation used in *koji* made by rice steeping in *si-jiru*, which was not carried out from 1960. Alcohol concentration of *moromi* mash fermentation used of *koji* made by *si-jiru* process was 16.7%, 2% lower than that of usual one. They contained 1.5% reducing sugar in mash at the end of fermentation. The amount of yeast was also lower than that of usual one. Free amino acids content in the *moromi* mash were 700 mg/l and half of the usual one. On the other hand, aroma compound such as higher alcohol and ester increased formation in the mash. The A/B ratio of *moromi* was 2.5 and the ratio of usual one was 1.8. It was found that the *moromi* mash fermentation in the *koji* made by *si-jiru* method contained high aroma compound and were fragrant. But alcohol concentration in their *moromi* mash was lower than that of usual one.

Key words : *Awamori*, *Si-jiru* method, *Moromi*, aroma compound

* Cyuukou Shuzo Co. Ltd. Research Student, Department of Fermentation Science and Technology, Graduate School of Agriculture, Tokyo University of Agriculture

** Cyuukou shuzo Co. Ltd.

*** Department of Fermentation Science, Faculty of Applied Bio-Science, Tokyo University of Agriculture