รายงานฉบับสมบูรณ์ ประจำปี 2562

โครงการวิจัยที่ 3020-A091

การคัดเลือกและพัฒนาสายพันธุ์คีนัวที่มีศักยภาพในการผลิตเชิงพาณิชย์ภายใต้สภาพของประเทศไทย

The Selection and Development of Quinoa Varieties for Commercial Production under Thailand Conditions

หัวหน้าโครงการวิจัย

ผศ.ดร.ปิติพงษ์   โตบันลือภพ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (บางเขน)

ได้รับทุนวิจัยสนับสนุนจากมูลนิธิโครงการหลวง

เดือน 30 ธันวาคม 2562

รายงานฉบับสมบูรณ์ ประจำปี 2562

โครงการวิจัยที่ 3020-A091

การคัดเลือกและพัฒนาสายพันธุ์คีนัวที่มีศักยภาพในการผลิตเชิงพาณิชย์ภายใต้สภาพของประเทศไทย

The Selection and Development of Quinoa Varieties for Commercial Production under Thailand Conditions

หัวหน้าโครงการวิจัย

ผศ.ดร.ปิติพงษ์ โตบันลือภพ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (บางเขน)

คณะวิจัย

ดร. ณรงค์ชัย พิพัฒน์ธนวงศ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เบญจารัชด ทองยืน ศูนย์วิจัยและถ่ายทอดเทคโนโลยีการเกษตร คณะเกษตร

ได้รับทุนวิจัยสนับสนุนจากมูลนิธิโครงการหลวง

เดือน 30 ธันวาคม 2562

กิตติกรรมประกาศ

คณะวิจัยขอขอบพระคุณ The National Genetic Resource, Republic of Chile เป็นอย่างยิ่งที่อนุเคราะห์ตัวอย่างเชื้อพันธุ์ควินัว และสถานทูตชิลี ประจำประเทศไทย สำหรับความร่วมมือและสัมพันธภาพที่ดี

ขอขอบพระคุณมูลนิธิโครงการหลวง ที่สนับสนุนงบประมาณการวิจัย

ขอขอบพระคุณศูนย์พัฒนาโครงการหลวงพระบาทห้วยต้ม อ.ลี้ จ.ลำพูน สถานีเกษตรหลวงปางดะ อ.สะเมิง จ.เชียงใหม่ และสถานีวิจัยดอยปุย อ.เมือง จ.เชียงใหม่ ที่อนุเคราะห์พื้นที่ทำวิจัย ตลอดจนเจ้าหน้าที่ทุกท่าน ที่ให้ความช่วยเหลือตลอดระยะเวลาในการวิจัยครั้งนี้

ขอขอบคุณ ห้องปฏิบัติการสรีรวิทยา และพืชพลังงานทดแทน ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (บางเขน) และห้องปฏิบัติการกลาง คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (บางเขน) ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ และอุปกรณ์สำหรับการวิจัย

คณะผู้วิจัย

สารบัญ

บทคัดย่อ

โครงการนี้มีเป้าหมายของการวิจัยเพื่อคัดเลือก และพัฒนาสายพันธุ์คีนัวที่มีศักยภาพในการผลิตเชิงพาณิชย์ทั้งด้านปริมาณและคุณภาพผลผลิตคีนัว ภายใต้สภาพของประเทศไทยทั้งในเขตพื้นที่การเกษตรที่สูงและพื้นที่ราบ ซึ่งอาจเป็นพืชทางเลือกที่สามารถส่งเสริมแก่เกษตรกรภายในพื้นที่ทำการเพาะปลูกทดแทนพืชดั่งเดิม หรือเป็นพืชทางเลือกที่สอดแทรกภายหลังระบบการปลูกพืชหลักที่ขาดมูลค่าหรือศักยภาพทางด้านการตลาด และส่งเสริมสร้างรายได้ให้กับเกษตรกรในพื้นที่เกษตรบนพื้นที่สูง และพื้นที่ราบของประเทศไทย กิจกรรมของโครงการวิจัยถูกแบ่งเป็น 4 โครงการวิจัยย่อย ตลอดระยะเวลา 3 ปีของการได้รับทุนสนับสนุน โดยรายงานฉบับนี้ เป็นความก้าวหน้าระยะ 2.5 ปี เพาะปลูกคีนัวในเดือนพฤศจิกายน 2560 – มีนาคม 2561 จำนวน 24 กลุ่มพันธุ์ (lines) โดยรายงานฉบับนี้เป็นผลจากการศึกษา ชั่วรุ่นที่ 3 ภายใต้สภาพเกษตรบนพื้นที่สูงและพื้นที่ราบ ได้แก่ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงพระบาทห้วยต้ม (500 เมตร เหนือระดับน้ำทะเล) สถานีเกษตรหลวงปางดะ (720 เมตร เหนือระดับน้ำทะเล) และสถานีวิจัยดอยปุย (1,400 เมตร เหนือระดับน้ำทะเล) และคัดเลือกกลุ่มเชื้อพันธุ์ที่มีลักษณะทางการเกษตร (Agronomical phenotypic characteristics) ที่ดี รวมถึงศักยภาพในการให้ผลผลิตได้ดีภายใต้สภาพพื้นที่เกษตรทั้งบนพื้นที่สูงและเขตพื้นที่ราบในประเทศไทย เพื่อใช้สำหรับการพัฒนาสายพันธุ์คีนัวและสรุปผลการทดลองในชั่วรุ่นที่ 3 ในลำดับต่อไป โดยผลการทดลอง ณ สถานีวิจัยดอยปุยที่ 25 วัน สายพันธุ์ KU09 และ KU10 มีความสูงที่สูงกว่าสายพันธุ์อื่นในกลุ่มเชื้อพันธุกรรม และสายพันธุ์ KU24 และ KU21 มีค่าความเขียวใบสูงกว่าสายพันธุ์อื่นๆ ในกลุ่มเชื้อพันธุกรรม ที่ 45 วัน KU13 และ KU23 มีความสูงและความเขียวใบสูงกว่าสายพันธุ์อื่น ที่ 65 วัน สายพันธุ์ KU14 และ KU24 มีค่าความเขียวใบที่มากกว่าสายพันธุ์อื่นๆในกลุ่มเชื้อพันธุกรรม ที่ 110 KU18 มีความสูงมากกว่าสายพันธุ์อื่น และมีมากกว่า 10 สายพันธุ์ที่มีค่าความเขียวใบมากกว่าสายพันธุ์อื่นในกลุ่มเชื้อพันธุกรรม ณ สถานีเกษตรหลวงปางดะที่ 25 วัน สายพันธุ์ KU06 มีความสูงที่สูงกว่าสายพันธุ์อื่นในกลุ่มเชื้อพันธุกรรม ที่ 45 วัน สายพันธุ์ KU24 มีค่าความเขียวใบสูงสุดในกลุ่มเชื้อพันธุกรรม ที่ 65 วัน สายพันธุ์ KU18 มีความสูงต้นมากกว่าสายพันธุ์อื่น และสายพันธุ์ KU24 มีค่าความเขียวใบที่มากกว่าสายพันธุ์อื่นๆในกลุ่มเชื้อพันธุกรรม ที่ 110 วัน สายพันธุ์ที่มีความสูงต้นสูงสุด คือ KU20 และ ณ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงพระบาทห้วยต้มที่ 25 วัน สายพันธุ์ KU06 และ KU16 มีความสูงที่สูงกว่าสายพันธุ์อื่นในกลุ่มเชื้อพันธุกรรม ที่ 45 วัน สายพันธุ์ KU23 มีค่าความเขียวใบมากกว่าสายพันธุ์อื่นในกลุ่มเชื้อพันธุกรรม ที่ 65 วัน สายพันธุ์ KU21 มีค่าความเขียวใบที่มากกว่าสายพันธุ์อื่นๆในกลุ่มเชื้อพันธุกรรม ที่ 110 วัน สายพันธุ์ที่มีความสูงต้นสูงสุด คือ KU18 และสายพันธุ์ที่มีค่าความเขียวใบมากกว่าสายพันธุ์อื่นในกลุ่มเชื้อพันธุกรรม คือ KU16 การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ทางพันธุกรรม ซึ่งสามารถ แบ่งกลุ่มตัวอย่างได้เป็น 3 กลุ่ม โดยกลุ่มที่ 1 ประกอบด้วย KU01, KU06, และ KU03 กลุ่มที่ 2 ประกอบด้วย KU04, KU02, KU20, KU17, KU19, KU22,

KU24, KU23, KU21 และ KU15 กลุ่มที่ 3 ประกอบด้วย KU10, KU09, KU12, KU05, KU13, KU14, KU18, KU16, KU08, KU11 และ KU07

ลงนามโดยหัวหน้าโครงการ

(ผศ.ดร.ปิติพงษ์ โตบันลือภพ)

วันที่ 30 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2562

Abstract

The aimed of this study was to select and develop quinoa line which suitable for commercial production in Thailand under Thailand's environment.It will be new alternayive plant for agriculturist.This plant can support and add up earning potential for them. The study had including 4 experiments. This report was the 2.5 years progressive report. 24 quinoa lines were sown under Prabath-huai-tom Royal station (HT) (500 meters above mean sea level), Pang-Da Royal station (PD) (720 meters above mean sea level), and Doi-Pui Research station (DP) (1,400 meters above mean sea level). The quinoa lines were sown on November 2017 and harvested on March 2018. The results found that quinoa growth and yield under HT and PD were expressed in the same way.As the result at Doi-Pui Research station on 25 DAP, KU09 and KU10 higher than other lines and KU24 and KU21 had leaf greeness more than other lines. On 45 DAP,KU13 and KU23 is higher than other lines and had leaf greeness more than other lines. On 65 DAP, KU14 and KU24 had leaf greeness more than other lines. On 110 DAP, KU18 is higher than other lines and more than 10 lines had higher leaf greenness. At Pang-Da Royal station on 25 DAP, KU06 is higher than other lines. On 45 DAP, KU24 had leaf greeness more than other lines. On 65 DAP, KU18 is higher than other lines and KU24 had leaf greeness more than other lines. On 110 DAP, KU20 is higher than other lines. And Prabath-huai-tom Royal station on 25 DAP, KU06 and KU16 are higher than other lines. On 45 DAP, KU23 had leaf greeness more than other lines. On 65 DAP, KU21 had leaf greeness more than other lines. On 110 DAP, KU18 is higher than other lines and KU16 had leaf greeness more than other lines. Analysis of genetic relationship quinoa lines can analysed by using DNA marker (AFLP). Cluster analysis rearranged the 24 quinoa lines into 3 main groups.The first group is KU01, KU06, and KU03. The second group is KU04, KU02, KU20, KU17, KU19, KU22, KU24, KU23, KU21 and KU15. The last group is KU10, KU09, KU12, KU05, KU13, KU14, KU18, KU16, KU08, KU11 and KU07.

บทที่ 1
บทนำ

1. ความสำคัญและที่มาของปัญหา

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ได้ร่วมดำเนินโครงการวิจัย “การคัดเลือกและพัฒนาสายพันธุ์คีนัวที่มีศักยภาพในการผลิตเชิงพาณิชย์ภายใต้สภาพของประเทศไทย” ร่วมกับมูลนิธิโครงการหลวง และสถาบันแหล่งพันธุกรรมแห่งชาติชิลี (National Investigation and Desarrollo, www.inia.cl) และสถานเอกอัคราชทูตชิลี ประจำประเทศไทย เพื่อคัดเลือก และพัฒนาสายพันธุ์คีนัวที่มีศักยภาพในการผลิตเชิงพาณิชย์ทั้งด้านปริมาณและคุณภาพผลผลิตคีนัว ภายใต้สภาพของประเทศไทยทั้งในเขตพื้นที่การเกษตรที่สูง และพื้นที่ราบ ซึ่งอาจเป็นพืชทางเลือกที่สามารถส่งเสริมแก่เกษตรกรภายในพื้นที่ทำการเพาะปลูกทดแทนพืชดั้งเดิม หรือเป็นพืชทางเลือกที่สอดแทรกภายหลังระบบการปลูกพืชหลักที่ขาดมูลค่าหรือศักยภาพทางด้านการตลาด และส่งเสริมสร้างรายได้ให้กับเกษตรกรในพื้นที่เกษตรบนพื้นที่สูง และพื้นที่ราบของประเทศไทย

โดยมูลนิธิโครงการหลวงมีเป้าหมายการดำเนินงานตามแนวพระราชดำริของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว รัชกาลที่ 9 โปรดเกล้าฯ พระราชทานไว้กับโครงการหลวงเพื่อช่วยชาวเขา เพื่อมนุษยธรรม ช่วยชาวไทยโดยลดการทำลายทรัพยากรธรรมชาติ คือ ป่าไม้ และต้นน้ำลำธาร กำจัดการปลูกฝิ่น รักษาดิน และใช้พื้นที่ให้ถูกต้อง คือ ให้ป่าอยู่ในส่วนที่เป็น และทำไร่ ทำสวน ในส่วนที่ควรเพาะปลูก อย่าให้สองส่วนนี้รุกล้ำซึ่งกัน และกัน และต่อมามูลนิธิโครงการหลวงได้เพิ่มการปลูกพืชเพื่อเพิ่มผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจ และมีคุณค่าทางด้านโภชนะของประเทศเป็นวัตถุประสงค์อีกข้อหนึ่ง โดยมีวิสัยทัศน์ในการมุ่งวิจัย และพัฒนาเทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อส่งเสริมชีวิตความเป็นอยู่ที่ดี ให้แก่ชุมชนบนพื้นที่สูง และรักษา และฟื้นฟูสภาพแวดล้อมรวมทั้งเป็นแหล่งเรียนรู้ของการพัฒนาพื้นสูงอย่างยั่งยืน เพื่อพัฒนาชุมชนบนพื้นที่สูงให้มีความเป็นอยู่ที่ดีขึ้น และพึ่งพาตนเองได้ เพื่อส่งเสริม และพัฒนาการจัดการหลังการเก็บเกี่ยว และการตลาดสินค้าเกษตรที่มีศักยภาพด้านเศรษฐกิจ และเพื่อพัฒนาโครงการหลวงให้เป็นศูนย์การเรียนรู้การพัฒนาพื้นที่สูงอย่างยั่งยืน

ทั้งนี้ บนพื้นที่สูงของประเทศไทย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเขตภาคเหนือนั้น นอกจากจะอยู่สูงจากระดับน้ำทะเลมากแล้ว (700 – 2,500 เมตร) ยังอยู่ห่างจากเส้นศูนย์สูตรมากกว่าส่วนอื่นของประเทศอีกด้วย (ละติจูด 18 - 20 องศาเหนือ) ทำให้มีลักษณะเด่นอยู่อย่างหนึ่งคือ อากาศจะหนาวเย็นกว่าในพื้นที่อื่น ทั้งนี้ระบบเกษตรบนพื้นที่สูงเกือบทั้งหมดเป็นระบบเกษตรภายใต้สภาวะของฝน (rainfed agriculture system) ซึ่งเป็นข้อจำกัดที่สำคัญต่อการพัฒนาระบบเกษตรบนพื้นที่สูง โดยเกษตรกรสามารถเพาะปลูกพืชได้ในช่วงเดือนเมษายน – ปลายเดือนพฤศจิกายน ซึ่งเป็นอีกสาเหตุหลักที่ส่งผลให้เกษตรกรบนพื้นที่สูงมองหาช่องทาง

ในการเพิ่มพื้นที่เพาะปลูกของต้นโดยการบุกรุกทำลายป่า เช่น บริเวณพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย แพร่ และน่าน เป็นต้น

คีนัว (*Chenopodium quinoa* willd.) เป็นพืชพื้นเมืองในเขตเทือกเขาแอนดิสในทวีปอเมริกาใต้ มีการเพาะปลูกมานานกว่า 5,000 ปี ปัจจุบันพื้นที่การเพาะปลูกคินัวได้มีการขยายการเพาะปลูกไปยังหลายทวีป เช่น อเมริกา ยุโรป และเอเชีย เนื่องจากเมล็ดคินัวมีคุณค่าทางโภชนาการสูง มีกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกายหลายชนิด และมีปริมาณโปรตีนมากถึง 16 ถึง 23 เปอร์เซ็นต์ซึ่งสูงกว่าธัญพืชอื่นๆ ถึงสองเท่า (Shams, 2011) คีนัว เป็นพืชที่สามารถเจริญเติบโตได้ทุกที่ในโลก การทดสอบคีนัวให้ผลว่าคีนัวสามารถเจริญเติบโตได้ทุกส่วนในลาตินอเมริกา แอฟริกา และเอเชีย ทั้งยังให้ผลิตภัณฑ์อาหารคุณภาพสูง เพื่อช่วยสร้างความมั่นคงทางอาหารของโลก ผลผลิตที่มากถึง 4 t/ha พบได้ในประเทศเคนย่า

สำหรับการวิจัยความเป็นไปได้ในการผลิตคีนัวในประเทศไทย ปิติพงษ์ และคณะ (2559) รายงานว่า การเพาะปลูกคีนัวในประเทศไทยนั้นมีศักยภาพในการเพาะปลูก และสามารถให้ผลผลิตเมล็ดคีนัวที่สามารถเก็บเกี่ยวได้ ตามสภาพภูมิประเทศและสภาพภูมิอากาศบนพื้นที่สูงจากระดับน้ำทะเล 400 และ 700 เมตร คีนัวสามารถเจริญเติบโตในช่วงวันสั้นของประเทศไทย (11 - 12 ชั่วโมง) ช่วงเดือนตุลาคม – กุมภาพันธ์ คีนัวมีความต้องการน้ำอย่างสม่ำเสมอในช่วงการงอก และการตั้งต้นกล้า เมื่อเจริญเติบโตพ้นระยะของต้นกล้า พบว่า คีนัวมีความต้องการน้ำน้อย กระทั่งถึงระยะการเก็บเกี่ยว ทั้งนี้ ภายใต้ช่วงเวลาดังกล่าว สภาพอุณหภูมิต่ำ และความชื้นสัมพัทธ์ของบรรยากาศสูง พบว่า คีนัวจะมีความอ่อนแอต่อโรคราน้ำค้าง ไม่ชอบฝนในช่วงออกดอกถึงเก็บเกี่ยว เนื่องจากจะมีการเข้าทำลายของเชื้อรา การกำจัดวัชพืชไม่สามารถใช้สารกำจัดวัชพืชชนิดใบกว้างได้ เจริญเติบโตได้ดีในสภาพดินทราย หรือดินที่มีโครงสร้างดินโปร่ง ไม่อัดแน่น ซึ่งในดินที่มีโครงสร้างอัดแน่นนั้นจะมีผลกระทบต่อกระบวนการงอกของเมล็ดพันธุ์ และการเจริญเติบโตของคีนัว ซึ่งจากการศึกษาดังกล่าว พบว่า คีนัวมีศักยภาพในการเจริญเติบโต ให้ผลผลิต และผลิตเชิงการค้าได้ในสภาพภูมิประเทศ และภูมิอากาศของทั้งสถานีวิจัยมูลนิธิโครงการหลวงปางดะ และพระบาทห้วยต้ม

คีนัวเริ่มเป็นที่สนใจมากขึ้นในสหรัฐอเมริกา, ยุโรป, จีน, และญี่ปุ่น ซึ่งเป็นพืชที่ไม่ได้ปลูกโดยทั่วไป ระหว่างปี 2006 และช่วงต้นปี 2013 ราคาพืชคีนัวเพิ่มขึ้นเป็นสามเท่า ในปี 2011 ค่าเฉลี่ยพืชนี้มีมูลค่า $3,115 USD ต่อตัน ซึ่งบางพันธุ์มีราคาขายสูงถึง $8,000 ต่อตัน คีนัวถูกพิจารณาให้เป็นอาหารชั้นเยี่ยม ปริมาณโปรตีนสูง (14% โดยน้ำหนัก) แต่ยังไม่สูงมากเท่ากับพืชตระกูลถั่ว ปริมาณโปรตีนของคีนัวต่อ 100 แคลอรี่ สูงกว่าข้าวกล้อง มันฝรั่ง บาร์เลย์ และข้าวฟ่าง แต่น้อยกว่าข้าวป่าและข้าวโอ๊ต การประเมินคุณค่าทางโภชนาการของคีนัวชี้ชัดว่า คีนัวเป็นแหล่งของโปรตีนอย่างสมบูรณ์ นอกจากนี้ยังเป็นแหล่งของเส้นใยอาหารและฟอสฟอรัส และมีแมกนีเซียมและธาตุเหล็กสูง คีนัวยังเป็นแหล่งของแคลเซียม และใช้สำหรับผู้ที่แพ้แลคโตส คีนัวไม่มีกลูเต้นอิสระ (gluten-free) และย่อยง่าย และเนื่องจากลักษณะทั้งหมดที่กล่าวมานี้ คีนัวจึงอาจถูกพิจารณาให้เป็นพืชในระบบ NASA's Controlled Ecological Life Support System สำหรับระยะเวลายาวนานของมนุษย์

คีนัวเป็นพืชที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง (ตารางที่ 1) คีนัวเป็นผลิตภัณฑ์เมล็ดที่สมบูรณ์แบบที่สุดเท่าที่มีอยู่ในปัจจุบัน เนื่องจากมีคุณภาพของโปรตีนสูง อยู่ในรูปปริมาณกรดอะมิโนที่จำเป็น เช่น ไลซีน, ทรีโอนีน, และเมไทโอนีน ซึ่งพบได้น้อยในพืชตระกูลธัญพืชและพืชตระกูลถั่ว ทั้งนี้ยังพบวิตามิน (เอ, บี2, และอี) และแร่ธาตุ (แคลเซียม, เหล็ก, ทองแดง, และสังกะสี) ในปริมาณสูงด้วย มีกรดไขมันเพียง 11% เท่านั้นที่เป็นกรดไขมันอิ่มตัว กรดไขมันส่วนใหญ่เป็นกรดไขมันไม่อิ่มตัว เช่น linoleic, oleic และ linolenic ที่มีปริมาณ 54, 22 และ 7%, ตามลำดับ หลังการเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์มีความจำเป็นต้องได้รับการปรับสภาพเพื่อเอาเปลือกที่มีรสขมของสารซาโปนินออก เมล็ดพันธุ์ quinoa มักทำให้สุกคล้ายกับการทำข้าวให้สุก และสามารถใช้เป็นส่วนประกอบของอาหารหลายชนิด แต่ทั้งนี้ การเพาะปลูก และการใช้ประโยชน์คีนัวเชิงการค้าในประเทศไทย พบว่า ยังพบข้อจำกัดอยู่

ตารางที่ 1: แสดงคุณค่าทางโภชนาการของคีนัวต่อ 100 กรัม

คุณค่าทางโภชนาการต่อ 100 กรัม (3.5 ออนซ์)		**คุณค่าทางโภชนาการต่อ 100 กรัม (3.5 ออนซ์)**	
พลังงาน	**1,539 kJ (368 kcal)**	**พลังงาน**	**1,539 kJ (368 kcal)**
คาร์โบไฮเดรต	64 g	- วาลีน	0.594 g
- แป้ง	52 g	- อาจีนีน	1.091 g
- เส้นใยอาหาร	7 g	- ฮิสติดีน	0.407 g
ไขมัน	6 g	- อะลานีน	0.588 g
- ไขมันไม่อิ่มตัว	3.3 g	- กรดแอสปาติก	1.134 g
โปรตีน	14 g	- กรดกลูตามิก	1.865 g
- ทริปโตเฟน	0.167 g	- ไกลซีน	0.694 g
- ทรีโอนีน	0.421 g	- โปรลีน	0.773 g
- ไอโซลิวซีน	0.504 g	- ซีลีน	0.567 g
- ลิวซีน	0.840 g	น้ำ	13 g
- ไลซีน	0.766 g	ไทอะมีน (วิตามิน บี 1)	0.36 mg (31%)
- เมไทโอนีน	0.309 g	ไรโบฟลาวิน (วิตามิน บี 2)	0.32 mg (27%)
- คริสตีน	0.203 g	วิตามิน บี6	0.5 mg (38%)
- ฟีนิลอะลานีน	0.593 g	โฟเลต (วิตามิน บี9)	184 μg (46%)
- ไทโอซีน	0.267 g	แคลเซียม	36 mg (4%)
ธาตุเหล็ก	4.6 mg (35%)	โปแตสเซียม	563 mg (12%)
แมกนีเซียม	197 mg (55%)	สังกะสี	3.1 mg (33%
ฟอสฟอรัส	457 mg (65%)		

คุณค่าของศักยภาพการวิจัยของนักวิจัยนานาชาติผ่านความร่วมมือทางวิทยาศาสตร์กับสถาบันระดับชาติอาจช่วยส่งผลทางด้านบวกในระยะยาว และเมื่อมุ่งเน้นไปที่การวิจัยแบบมีส่วนร่วมในชุมชนเกษตรกร ซึ่งถูกสร้างขึ้นในปัจจุบัน คำสำคัญคือ การผลิตคีนัวแบบยั่งยืน รวมถึงการผลิตแบบออกานิคเพื่อการส่งออก เพื่อช่วยแก้ปัญหาการขาดแคลนอาหาร และเพิ่มความมั่นคงทางอาหาร และรายได้เกษตรกร ดังนั้น การศึกษาวิจัย "การคัดเลือกและพัฒนาสายพันธุ์คีนัวที่มีศักยภาพในการผลิตเชิงพาณิชย์ภายใต้สภาพของประเทศไทย" โดยความร่วมมือระหว่างมูลนิธิโครงการหลวง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สถาบันแหล่งพันธุกรรมแห่งชาติชิลี (National Investigation and Desarrollo, www.inia.cl) และสถานเอกอัคราชทูตชิลีประจำประเทศไทย จึงได้ดำเนินการเพื่อคัดเลือก และพัฒนาสายพันธุ์คีนัวที่มีศักยภาพในการผลิตเชิงพาณิชย์ทั้งด้านปริมาณและคุณภาพผลผลิตคีนัว ภายใต้สภาพของประเทศไทยทั้งในเขตพื้นที่การเกษตรที่สูงและพื้นที่ราบ ซึ่งอาจเป็นพืชทางเลือกที่สามารถส่งเสริมแก่เกษตรกรภายในพื้นที่ทำการเพาะปลูกทดแทนพืชดั่งเดิม หรือเป็นพืชทางเลือกที่สอดแทรกภายหลังระบบการปลูกพืชหลักที่ขาดมูลค่าหรือศักยภาพทางด้านการตลาด และส่งเสริมสร้างรายได้ให้กับเกษตรกรในพื้นที่เกษตรบนพื้นที่สูง และพื้นที่ราบของประเทศไทย

1. วัตถุประสงค์ของการทดลอง และขอบเขตของการวิจัย

1. เพื่อคัดเลือกกลุ่มพันธุ์คีนัวที่มีศักยภาพในการปรับตัวเข้าสู่สภาพพื้นที่ของประเทศไทย
2. เพื่อคัดเลือกกลุ่มพันธุ์คีนัวที่มีลักษณะการปรับตัวที่ดีต่อสภาพพื้นที่ของประเทศไทย
3. เพื่อพัฒนาสายพันธุ์คีนัวที่มีศักยภาพในการเพาะปลูกภายใต้สภาพพื้นที่สูง และพื้นที่ราบของประเทศไทย

2. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เพื่อคัดเลือกกลุ่มเชื้อพันธุกรรมที่มีลักษณะทางการเกษตร (Agronomical phenotypic characteristics) ที่ดีเพื่อคัดเลือกใช้ในการพัฒนาสายพันธุ์คีนัว
2. เพื่อคัดเลือกลักษณะกลุ่มพันธุ์ที่สามารถปรับตัวได้ดีภายใต้สภาพพื้นที่เกษตรทั้งบนพื้นที่สูงและเขตพื้นที่ราบในประเทศไทย
3. เพื่อพัฒนาสายพันธุ์คีนัวที่มีลักษณะทางการเกษตร (Agronomical phenotypic characteristics) ที่ดี รวมถึงศักยภาพในการให้ผลผลิตได้ดีภายใต้สภาพพื้นที่เกษตรทั้งบนพื้นที่สูงและเขตพื้นที่ราบในประเทศไทย

4. สามารถเผยแพร่ข้อมูลจากการวิจัย และสำรวจความเห็นด้านศักยภาพการผลิตคีนัวเชิงการค้า โดยเกษตรกรในพื้นที่มีส่วนร่วม
5. สามารถสนับสนุนการผลิตเมล็ดพันธุ์คีนัว เพื่อรองรับแผนการผลิตคีนัวเชิงการค้า
6. เพื่อการพัฒนาความร่วมมือทางด้านเศรษฐศาสตร์ สังคม และวิชาการระหว่างหน่วยงาน เช่น สถานเอกอัครราชทูตชิลีประจำประเทศไทย มูลนิธิโครงการหลวง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และกลุ่มประชาชนในพื้นที่
7. เพื่อสร้างนักวิจัยรุ่นใหม่ที่มีความรู้ในระดับบัณฑิตศึกษา
8. เพื่อเป็นการสร้างผลงานวิชาการที่สามารถเผยแพร่ได้ในระดับชาติ/นานาชาติ

บทที่ 2

ทฤษฎี และแนวคิดที่เกี่ยวข้อง

ปิติพงษ์ และคณะ (2559) รายงานว่า คีนัวมีความสามารถในการปรับตัวให้เข้ากับสภาพลักษณะภูมิประเทศ และภูมิอากาศที่แตกต่างได้ดี โดยสามารถปลูกได้ตั้งแต่ความสูงระดับน้ำทะเล (coastal regions; Chile) ถึง ระดับสูงกว่า 4,000 เมตร (13,120 ฟุต) เหนือระดับน้ำทะเล และตั้งแต่เหนือเส้นศูนย์สูตรกระทั้งระดับเส้นศูนย์สูตร ซึ่งสภาพการเพาะปลูกที่เหมาะสมสำหรับคีนัว คือ ต้องมีสภาพภูมิอากาศเย็น ซึ่งมีระดับอุณหภูมิประมาณตั้งแต่ 25°F/—3°C (อุณหภูมิต่ำสุดในช่วงเวลากลางคืน) ถึง 95°F/35°C (อุณหภูมิสูงสุดในช่วงเวลากลางวัน) และคีนัวสามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมที่หลากหลายได้ดี เช่น สภาพแห้งแล้ง หรือมีความชื้นสูง คีนัวสามารถเจริญเติบโตในช่วงวันสั้นของประเทศไทย (11 - 12 ชั่วโมง) ช่วงเดือนตุลาคม – กุมภาพันธ์ คีนัวมีความต้องการน้ำอย่างสม่ำเสมอในช่วงการงอก และการตั้งต้นกล้า เมื่อเจริญเติบโตพ้นระยะของต้นกล้า พบว่า คีนัวมีความต้องการน้ำน้อย กระทั้งถึงระยะการเก็บเกี่ยว ทั้งนี้ ภายใต้ช่วงเวลาดังกล่าว สภาพอุณหภูมิต่ำ และความชื้นสัมพัทธ์ของบรรยากาศสูง พบว่า คีนัวจะมีความอ่อนแอต่อโรคราน้ำค้าง ไม่ชอบฝนในช่วงออกดอกถึงเก็บเกี่ยว เนื่องจากจะมีการเข้าทำลายของเชื้อรา การกำจัดวัชพืชไม่สามารถใช้สารกำจัดวัชพืชชนิดใบกว้างได้ เจริญเติบโตได้ดีในสภาพดินทราย หรือดินที่มีโครงสร้างดินโปร่ง ไม่อัดแน่น ซึ่งในดินที่มีโครงสร้างอัดแน่นนั้นจะมีผลกระทบต่อกระบวนการงอกของเมล็ดพันธุ์ และการเจริญเติบโตของคีนัว ซึ่งจากการศึกษาดังกล่าว พบว่า คีนัวมีศักยภาพในการเจริญเติบโต ให้ผลผลิต และผลิตเชิงการค้าได้ในสภาพภูมิประเทศ และภูมิอากาศของทั้งสถานีเกษตรหลวงปางดะ อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่ และศูนย์พัฒนาโครงการหลวงพระบาทห้วยต้ม อำเภอลี้ จังหวัดลำพูน

สถานีเกษตรหลวงปางดะตั้งอยู่ในพื้นที่หมู่บ้านปางดะ เลขที่ 192 หมู่ที่ 10 ตำบลสะเมิงใต้ อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่ ระยะทางจากจังหวัดเชียงใหม่ถึงสถานีเกษตรหลวงปางดะ ประมาณ 45 กิโลเมตร ใช้เวลาในการเดินทางประมาณ 50 นาที ลักษณะภูมิประเทศมีลักษณะเป็นพื้นที่ลาดชัน มีสภาพป่าที่สมบูรณ์ มีแหล่งน้ำสายหลักคือ ห้วยปลาก้าง ความสูงจากระดับน้ำทะเล 700 เมตร ลักษณะดินเป็นดินเหนียวสีแดง ระบายน้ำได้ไม่ดีความอุดมสมบูรณ์ของดินค่อนข้าง ต่ำ ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ที่ 5.5-7.0 ขอบเขตพื้นที่รับผิดชอบ 1,232 ไร่ พื้นที่ของศูนย์ฯ 804 ไร่ มีลักษณะภูมิอากาศโดยอุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปี ประมาณ 23.2 องศาเซลเซียส อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 35.76 องศาเซลเซียส อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย 12.82 องศาเซลเซียส และมีปริมาณน้ำฝนตลอดปี 1,238.50 มิลิเมตร

ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงพระบาทห้วยต้ม ตั้งอยู่ หมู่ 9 ตำบลนาทราย อำเภอลี้ จังหวัดลำพูน มีพื้นที่รับผิดชอบทั้งหมด 24,631 ไร่ หมู่บ้านที่อยู่ภายใต้การดูแลของโครงการหลวง มี 11 หมู่บ้านจำนวน 2,033 ครัวเรือน มีลักษณะพื้นที่เป็นพื้นที่ราบ เนินเตี้ย มีความลาดชันของพื้นที่ 2.8% สูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางประมาณ 500 เมตร ลักษณะดินด้านบนเป็นดินร่วนปนทราย ดินด้านล่างเป็นศิลาแลง ส่วนใหญ่ขาดความอุดมสมบูรณ์ มีค่าปฏิกิริยาดิน (Soil pH) ที่ประมาณ 5.5 – 6.5 มีลักษณะภูมิอากาศโดยอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 39.5 องศาเซลเซียส อุณหภูมิเฉลี่ยต่ำสุด 7.5 องศา เซลเซียส ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยตลอดปี 1,116 มิลลิเมตร จากวันฝนตก 101 วัน

ปัจจุบันคณะวิจัยได้ดำเนินการวิจัยด้านศักยภาพการผลิตคีนัวเชิงพาณิชย์ติดต่อกันเข้าสู่ปีที่ 5 ซึ่งจากผลการปฏิบัติการวิจัยอย่างต่อเนื่องส่งผลให้ในปัจจุบันนั้นสามารถคัดเลือกแหล่งเชื้อพันธุกรรมคีนัวที่สามารถปรับตัวได้ดีภายใต้สภาพภูมิอากาศและภูมิประเทศของประเทศไทย จำนวน 2 สายพันธุ์ คือ สายพันธุ์ Moradas และ Verdes ซึ่งทั้งสองสายพันธุ์นั้นสามารถให้ผลผลิตได้ถึงโดยเฉลี่ยประมาณ 280 – 350 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งผลผลิตดังกล่าวนั้นมีค่าเฉลี่ยที่สูงกว่าผลผลิตเฉลี่ยที่เป็นแหล่งกำเนิดเดิม (Center of Origin) ของคีนัว คือ แถบประเทศชิลี โบลิเวีย และเปรู (Matus, 2005) นอกจากนั้น จากการศึกษาต่อเนื่องถึงคุณภาพของผลผลิตเมล็ดคีนัวที่ได้นั้น พบว่า เมล็ดคีนัวที่ผลิตได้ในประเทศไทยนั้นมีคุณภาพเชิงกายภาพและทางเคมีไม่แตกต่างจากแหล่งต้นกำเนิดเดิมของคิวนัว แต่พบว่ามีปริมาณโปรตีนในเมล็ดที่สูงกว่าแหล่งต้นกำเนิดเดิม ดังนั้น ซึ่งแสดงให้เห็นว่าคณะวิจัยได้พัฒนาศักยภาพการผลิต และคัดเลือกลักษณะคิวนัวที่มีการปรับตัวได้ดีภายใต้สภาพของประเทศไทย และมีศักยภาพในการผลิตเชิงพาณิชย์ โดยขณะนี้คณะวิจัยได้รวบรวมแหล่งเชื้อพันธุกรรมคีนัวได้เป็นจำนวนหนึ่ง และได้รับการสนับสนุนจากสถาบันแหล่งพันธุกรรมแห่งชาติชิลี (National Investigation and Desarrollo) ประเทศชิลี ซึ่งสามารถนำมาใช้ในการศึกษาและพัฒนาเป็นการคัดเลือกและพัฒนาสายพันธุ์คีนัวที่มีศักยภาพในการเพาะปลูกภายใต้สภาพพื้นที่สูงและพื้นที่ราบของประเทศไทยต่อไป

คีนัว (Quinoa) จัดเป็นพืชวงศ์ Amaranthceous ซึ่งจัดเป็นพืชกลุ่มพืช C3 (Jacobsen *et al.*, 2003) ซึ่งเป็นพืชที่สามารถปรับตัวได้ในสภาพภูมิประเทศที่มีความสูงตั้งแต่ระดับน้ำทะเลถึงความสูง 4,000 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล และปรับตัวเข้ากับสภาพพื้นที่ได้หลากหลาย เช่น สภาพแห้งแล้ง มีความชุ่มชื้นสูง พื้นที่ขาดความอุดมสมบูรณ์ พื้นที่ดินเค็ม ดินกรด เป็นต้น (Garcia, 2003) ซึ่งเมล็ดคีนัวมีคุณค่าทางโภชนะสูง (Geerts, 2008; Vega-Gálves, 2010) เช่น มีปริมาณโปรตีนที่ย่อยสลายง่ายสูงกว่าร้อยละ 14 (De Bruin, 1964) กรดอะมิโนที่จำเป็นสำหรับร่างกายมนุษย์ (Dani *et al.*, 2005) วิตามิน A B2 และ E และธาตุที่จำเป็นสำหรับร่างกาย เช่น แคลเซียม เหล็ก ทองแดง แมกนีเซียม และสังกะสี (Repo-Carrasco *et al.*, 2003) ซึ่งคีนัวสามารถปลูกได้ในดินที่มีสภาพหลากหลายตั้งแต่ดินทรายจัดกระทั้งดินเหนียวที่มีระดับปฏิกิริยาดินตั้งแต่ 3.5 – 8 (Geerts *et al.*, 2008) และเป็นพืชที่มีความทนทานต่อสภาพแห้งแล้งได้ดี (Jensen *et al.*, 2000; Geert *et al.,* 2003, 2007) สภาพอากาศหนาวเย็นจนกระทั้งเกิดน้ำแข็ง (Jacobsen *et al.*, 2005; 2007) และสภาพดินเค็ม (Jacobsen and Mujica, 2003; Ruffino *et al.*, 2010; Hariadi *et al.*, 2011) ซึ่งความต้องการผลผลิตคีนัว

ได้เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะความต้องการของคีนัวภายใต้ระบบการผลิตแบบอินทรีย์โดยเฉพาะในประเทศสหรัฐอเมริกา กลุ่มเครือสหภาพยุโรป จีน ญี่ปุ่น และเกาหลี (Koyro *et al.*, 2008) ซึ่งปริมาณความต้องการคีนัวต่อปีได้เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องประมาณร้อยละ 0.8 ต่อปี (Jacob, 2011) ดังนั้น จึงมีความต้องการการเพิ่มพื้นที่ศักยภาพการผลิต ผลิตภาพการผลิตในเขตพื้นที่ต่าง ๆ ทั่วโลก ซึ่งมีความจำเป็นต้องมีการศึกษาวิจัยการปรับตัว ศักยภาพการผลิต ผลิตภาพ และคุณภาพผลผลิต รวมถึงศัตรูธรรมชาติของคีนัวในเขตพื้นที่ปลูกใหม่

คีนัว (*Chenopodium quinoa* willd.) เป็นพืชที่มีจำนวนชุดโครโมโซม เท่ากับ 2n = 4x = 36 (Bhargava *et al.*, 2006) และจัดเป็น "Pseudocereal" หรือธัญพืชเทียม ซึ่งแตกต่างจากธัญพืชทั่วไปที่มีเมล็ด เช่น พืชตระกูลหญ้า เนื่องจากคินัวเป็นพืชใบกว้าง แต่มีการใช้เมล็ดในการบริโภค คีนัวอยู่ในตระกูล Chenopodiaceae เช่นเดียวกับ ซูการ์บีท บีทรูท และผักโขมเมล็ด (Grain amaranth) โดยที่ตระกูล Chenopodiaceae มีประชากรพืชทั้งหมดประมาณ 250 ชนิด เช่น *Chenopodium quinoa* (quinoa) และ *Chenopodium pallidicaule* (Canihua) ที่มีการเพาะปลูก และมีการใช้เมล็ดสำหรับการบริโภคเป็นอาหารในทวีปอเมริกาใต้ นอกจากนี้พืชในตระกูล Chenopodiaceae ยังประกอบด้วยพืชสมุนไพร และไม้พุ่มขนาดเล็กที่สามารถเจริญเติบโตได้ในพื้นที่ที่ประสบปัญหาดินเค็ม (Ahmed *et al.*, 1998)

คีนัว (*Chenopodium quinoa* willd.) เป็นพืชที่มีจำนวนชุดโครโมโซม เท่ากับ 2n = 4x = 36 (Bhargava *et al.*, 2006) และจัดเป็น "Pseudocereal" หรือธัญพืชเทียม ซึ่งแตกต่างจากธัญพืชทั่วไปที่มีเมล็ด เช่น พืชตระกูลหญ้า เนื่องจากคินัวเป็นพืชใบกว้าง แต่มีการใช้เมล็ดในการบริโภค คินัวอยู่ในตระกูล Chenopodiaceae เช่นเดียวกับ ซูการ์บีท บีทรูท และผักโขมเมล็ด (Grain amaranth) โดยที่ตระกูล Chenopodiaceae มีประชากรพืชทั้งหมดประมาณ 250 ชนิด เช่น *Chenopodium quinoa* (quinoa) และ *Chenopodium pallidicaule* (Canihua) ที่มีการเพาะปลูก และมีการใช้เมล็ดสำหรับการบริโภคเป็นอาหารในทวีปอเมริกาใต้ นอกจากนี้พืชในตระกูล Chenopodiaceae ยังประกอบด้วยพืชสมุนไพร และไม้พุ่มขนาดเล็กที่สามารถเจริญเติบโตได้ในพื้นที่ที่ประสบปัญหาดินเค็ม (Ahmed *et al.*, 1998)

คีนัว (*Chenopodium quinoa*, Quinoa) เป็นพืชล้มลุก ลักษณะใบเลี้ยงคู่ (dicotyledonoas annual plant) ลำต้นตั้งตรง มีความสูงประมาณ 1-2 เมตร ดอกมีลักษณะแบบช่อแขนง (panicle) โดยจัดเรียงอยู่บนส่วนยอดหรือระหว่างกิ่งก้านในสายพันธุ์ที่มีการแตกกิ่งก้าน โดยคีนัวเป็นพืชผสมตัวเอง (self fertilization) หลังจากการผสมตัวเอง จะมีการสร้างผล หรือเมล็ดคีนัว ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 2 มิลลิเมตร ซึ่งอาจมีหลากสี ทั้งเขียว เหลือง ม่วง และแดงขึ้นอยู่กับลักษณะสายพันธุ์

คีนัว มีรากแบบระบบรากแก้ว (tap root system) รากอันแรกจะเจริญจากรากแรกเกิด (radicle) ซึ่งอยู่ภายในเมล็ด เรียกว่า รากแก้ว (primary root หรือ tap root) รากที่เจริญ และแตกแยกออกมาจากรากแก้ว เรียกว่า รากแขนง (secondary root) ตามรากแขนงจะมีขนราก (root hair หรือ adventitious root) เจริญออกมามากมาย ทำหน้าที่ในการดูดใช้น้ำ และธาตุอาหารจากสารละลายดิน

ใบ (leaf) คีนัวเป็นพืชล้มลุก ใบเลี้ยงคู่ (dicotyledonoas annual plant) เมื่อคีนัวเริ่มงอกจากเมล็ดพันธุ์ บนข้อแรกของลำต้นจะเป็นที่กำเนิดของใบเลี้ยง (cotyledon) มี 2 ใบ ข้อถัดไปจะเกิดเป็นใบจริงคู่แรก (unifoliate leaves) มี 2 ใบ จัดเรียงตัวลักษณะตรงข้ามกัน ถัดจากใบจริงคู่แรกจะเป็นลักษณะของใบประกอบ (alternate leaves) มีลักษณะเป็นแฉกแบบลอนคลื่น มีขน หรือไม่มีขนปกคลุมอยู่ทั่วไป มี หรือไม่มีการแตกกิ่งก้าน ขึ้นกับลักษณะประจำพันธุ์ โดยลำต้นมีสีเขียว ม่วง หรือแดง ขึ้นกับลักษณะประจำพันธุ์เช่นกัน

สภาพที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของคีนัว คือ ภูมิอากาศหนาวเย็นที่มีอุณหภูมิระหว่าง -3 0C ในเวลากลางคืน จนถึง 35 0C ในเวลากลางวัน บางพันธุ์เจริญได้ที่อุณหภูมิต่ำกว่าโดยปราศจากความเสียหาย น้ำค้างไม่ส่งผลกระทบต่อต้นพืชที่ระยะการพัฒนาต่าง ๆ ยกเว้นระหว่างการออกดอก สภาวะฝนตกมีความแปรปรวนสูงระหว่างความแตกต่างของพันธุ์ อยู่ในช่วงจาก 300–1,000 มิลลิเมตรต่อปี ระหว่างฤดูกาลเพาะปลูก สภาวะที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของคีนัว คือ มีการกระจายของฝนระหว่างช่วงแรกของการเจริญ และระยะพัฒนา ต้องการสภาวะแห้งในระหว่างการสุกแก่ของเมล็ด และ การเก็บเกี่ยว คีนัวสามารถปลูกได้ในดินทุกชนิด รวมถึงดินที่มีปริมาณธาตุอาหารต่ำ ซึ่งโดยส่วนใหญ่แล้วคีนัวเป็นพืชชอบดินทราย ระบายน้ำได้ดี มีความเค็มปานกลาง และมีค่าความเป็นกรด-ด่าง 6.0–8.5 แต่ควรมีการเตรียมแปลงปลูกเป็นอย่างดี และมีการระบายน้ำที่ดีเพื่อป้องกันน้ำท่วมขัง

การปลูกคีนัวในประเทศไทยควรปลูกช่วงปลายฤดูฝน ปลูกได้ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน และเก็บเกี่ยวประมาณเดือนกุมภาพันธ์ เนื่องจากคีนัวตอบสนองได้ดีต่ออุณหภูมิต่ำประมาณ 20 องศาเซลเซียส รวมถึงมีความชื้นในดิน และบรรยากาศสูงในระยะต้นกล้า (Seedling) จนกระทั่งถึงการเจริญเติบโตทางด้านลำต้นและใบของคีนัว (Vegetative growth and development) แต่อย่างไรก็ตามคีนัวไม่เหมาะสมต่อสภาพความชื้นในบรรยากาศสูง เมื่อถึงระยะการพัฒนาเข้าสู่ระยะออกดอกของคีนัว (flowering Initiation) จนกระทั่งถึงระยะพร้อมเก็บเกี่ยวผลผลิตของคีนัว (Harvesting maturity)

ปลูกคีนัว – เก็บเกี่ยวคีนัว

ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.

การเตรียมดินเป็นปัจจัยที่สำคัญอย่างมากสำหรับการปลูกคีนัว เนื่องจากเมล็ดพันธุ์ของคีนัวมีขนาดเล็ก ควรมีการเตรียมดินให้ร่วนซุย และมีโครงสร้างดินที่โปร่ง ซึ่งจะช่วยให้เมล็ดพันธุ์คีนัวงอกได้ดี และมีความสม่ำเสมอมากขึ้น วิธีการเตรียมดินเบื้องต้นมีดังต่อไปนี้

1. การไถครั้งแรก (Primary tillage) เรียกการไถครั้งแรกว่า ไถดะ การไถดะนั้นจะทำการพลิกดินตากแดด เพื่อกำจัดวัชพืช โดยอุปกรณ์ไถได้แก่ ไถหัวหมู ไถจาน เป็นต้น แต่ถ้าพื้นที่นั้นเป็นพื้นที่ที่ไม่ได้ทำการเกษตร และมีการทับถมของดินเป็นเวลานาน ควรใช้ไถระเบิดดินดาน เพื่อให้พลิกดินได้มากขึ้น

2. การไถครั้งที่สอง (Secondary tillage) เรียกการไถครั้งที่สองว่า ไถพรวน การไถพรวนนั้นจะเป็นการย่อยดินหลังจากการไถครั้งแรก เพื่อให้ดินมีความละเอียด และร่วนซุยมากยิ่งขึ้น ทำให้เมล็ดคีนัวสามารถงอกพ้นดินได้ง่าย และสม่ำเสมอมากขึ้น อุปกรณ์ที่ใช้ ได้แก่ จานพรวน ไถพรวนจาน และพรวนจอบหมุน เป็นต้น

วิธีการปลูกคีนัวจะปลูกแบบโรยเมล็ดพันธุ์เป็นแถว โดยระยะห่างระหว่างแถวประมาณ 70 - 100 เซนติเมตร โดยกำหนดอัตราการใช้เมล็ดพันธุ์ 1 กรัมต่อความยาวแถว 5 เมตร หลังจากการโรยเมล็ดพันธุ์ให้กลบเมล็ดด้วยแกลบพอประมาณ ในพื้นที่ 1 ไร่ ใช้เมล็ดพันธุ์ประมาณ 500 กรัม สำหรับระยะห่างระหว่างแถวที่กว้างนั้น เพื่อให้สะดวกต่อการดูแลรักษา เช่น การใส่ปุ๋ย และการกำจัดวัชพืช เป็นต้น

<u>รูปที่ 1:</u> การเตรียมดิน และการกำหนดแถวปลูกคีนัว (คู่มือการปลูกคีนัว 2559)

ปุ๋ยเคมีที่ใช้กับคีนัว ให้ใช้ปุ๋ยสูตร 15-15-15 ในอัตราประมาณ 30-50 กิโลกรัมต่อไร่ โดยแบ่งการใส่ปุ๋ยตามระยะการเจริญเติบโตดังนี้ ดังนี้ 1. อายุ 15-20 วันหลังปลูก (หรือมีใบจริงประมาณ 4 คู่ใบ) 2. อายุ 30–35 วันหลังปลูก 3. อายุ 45–50 วันหลังปลูก 4. อายุ 60–65 วันหลังปลูก

การใส่ปุ๋ยใช้วิธีการโรยเป็นแถว โดยขีดเส้นห่างจากโคนต้นประมาณ 10 เซนติเมตร และกลบดินภายหลังการโรยปุ๋ยแล้ว ตามภาพ

<u>รูปที่ 2:</u> การใส่ปุ๋ยด้วยการโรยเป็นแถว (คู่มือการปลูกคีนัว 2559)

การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ชนิดต่างๆ สามารถใช้ร่วมกับการใช้ปุ๋ยเคมีได้ โดยปุ๋ยอินทรีย์ต่าง ๆ นอกจากช่วยเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ให้แก่ดินแล้ว ยังช่วยในการปรับปรุงโครงสร้างดิน และความสามารถในการกักเก็บน้ำในดินเพื่อช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของคีนัวได้ โดยอัตราการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ชนิดต่าง ๆ นั้นขึ้นกับชนิดและปริมาณธาตุอาหารที่มีอยู่ในปุ๋ยอินทรีย์นั้น ๆ โดยใช้อัตราประมาณ 500-1,000 กิโลกรัมต่อไร่

คีนัวมีความต้องการใช้น้ำค่อนข้างน้อย ตลอดทั้งฤดูกาลปลูก ประมาณ 100 – 200 มิลลิเมตร แต่อย่าไรก็ตามน้ำยังเป็นปัจจัยที่สำคัญมากต่อการงอกของเมล็ดคีนัว ในสัปดาห์แรกของการปลูก มีความจำเป็นที่จะต้องให้น้ำอย่างสม่ำเสมอ เพื่อรักษาระดับความชื้นในดินให้เพียงพอต่อความต้องการน้ำสำหรับการงอกของเมล็ดพันธุ์ ซึ่งทำให้เมล็ดงอกได้ดี และมีความสม่ำเสมอ ภายหลังการหว่านเมล็ดประมาณ 2–3 สัปดาห์ สามารถลดความถี่ในการให้น้ำที่ 5-7 วันต่อครั้ง เพื่อรักษาระดับความชื้นในดิน ให้เพียงพอต่อความต้องการใช้น้ำ เพื่อการเจริญเติบโตของคีนัว ทั้งนี้ห้ามขาดน้ำในระยะของการผสมเกสร และการพัฒนาเมล็ด เพราะจะทำให้ได้ผลผลิตต่ำ และเมล็ดพันธุ์ไม่มีคุณภาพ เมื่อคีนัวมีอายุ 75-85 วันหลังการปลูก เมล็ดคีนัวจะพัฒนาสมบูรณ์แล้ว ซึ่งสามารถงดการให้น้ำได้ตั้งแต่ระยะนี้ จนกระทั่งเก็บเกี่ยวผลผลิตคีนัว การขาดน้ำจะทำให้คีนัว มีผลผลิตลดลง ทั้งทางด้านปริมาณ และคุณภาพ ส่วนการให้น้ำที่มากเกินไป กระทั่งเกิดสภาวะน้ำท่วมขังจะทำให้ผลผลิตของคีนัวลดลงเช่นกัน เนื่องจากไม่มีการระบายอากาศในดิน ทำให้ส่งผลกระทบต่อการหายใจของระบบราก และลดความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารในสารละลายดิน ทั้งนี้ คีนัว เป็นพืชที่มีการตอบสนองต่อสภาวะน้ำท่วมขังมาก ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อการลดลงทั้งปริมาณ และคุณภาพของผลผลิตคีนัวเช่นกัน

<u>รูปที่ 3:</u> การให้น้ำด้วยระบบพ่นฝอย (คู่มือการปลูกคีนัว 2559)

คีนัวเป็นพืชที่ต้องการการดูแลรักษาน้อยกว่าพืชชนิดอื่น เพียงแต่เตรียมดินให้ถูกวิธี และเหมาะสมเพื่อการงอกอย่างสม่ำเสมอ นอกจากการให้ปุ๋ยเคมีตามอัตราที่กล่าวข้างต้นแล้ว จะมีการเสริมธาตุอาหารรอง (Micronutrients) อีกทั้งยังมีการเพิ่มเติมธาตุแคลเซียม เพื่อเพิ่มความแข็งแรงของลำต้นคีนัวอีกด้วย เพราะเมื่อคีนัวอายุประมาณ 60-70 วันหลังปลูก จะเข้าสู่ระยะการสะสมอาหารของเมล็ด ซึ่งจะทำให้รวงมีน้ำหนักมาก ซึ่งอาจจะทำให้ลำต้นหัก และเกิดความเสียหายได้ โดยมีวิธีแก้ไขเบื้องต้น คือ การปักไม้กับลำต้น หรือการตรึงแนวเชือกสำหรับพยุงลำต้น เพื่อป้องกันการหักล้ม

คีนัวจะเก็บเกี่ยวที่อายุประมาณ 95–110 วัน ขึ้นอยู่กับพันธุ์ และสภาพแวดล้อม การเก็บเกี่ยวคีนัวอาศัยแรงงานคน หรือเก็บเกี่ยวโดยใช้เครื่องจักร แต่การใช้เครื่องจักรมีข้อจำกัดและอาจทำให้เกิดความเสียหายต่อผลผลิตได้จึงยังไม่เป็นที่นิยม การเก็บเกี่ยวสามารถพิจารณาได้จากการเปลี่ยนสีของใบ ลำต้น และกลีบดอก โดยเมล็ดที่สุกแก่จะมีการเปลี่ยนเป็นสีของลำต้น และใบจากสีเขียว หรือแดงอมม่วงไปเป็นสีน้ำตาลมากกว่า 75 เปอร์เซ็นต์ กลีบดอกจะแห้งทำให้เห็นส่วนของเมล็ดชัดเจนมากยิ่งขึ้น เมื่อสัมผัสเมล็ดจะพบว่าเมล็ดมีเนื้อสัมผัสที่แข็ง (พ้นจากระยะน้ำนม) หากพบว่ามีส่วนใดของต้นพืชยังมีความชื้นอยู่ ให้ลดความชื้นในแปลงปลูกก่อนเก็บเกี่ยว ก่อนที่จะนำไปแยกเมล็ดออกจากรวง รวมถึงทำความสะอาดเมล็ดต่อไป

<u>รูปที่ 4:</u> ระยะพร้อมเก็บเกี่ยว (คู่มือการปลูกคีนัว 2559)

โรคที่สำคัญสำหรับการปลูกคีนัว คือ โรคราน้ำค้าง หรือโรคใบลาย (Downy mildew) มีสาเหตุโรคมาจากเชื้อรา ซึ่งพบมากในพื้นที่ที่มีความชื้นในบรรยากาศสูง ลักษณะอาการของโรคราน้ำค้าง จะระบาดรุนแรงในระยะต้นกล้า ถึงอายุประมาณ 1 เดือน โดยจะทำให้ยอดมีข้อถี่ ต้นแคระแกร็น ใบเปลี่ยนเป็นสีเขียวอ่อน เหลือง หรือขาว จะพบผงสปอร์สีขาว เป็นจำนวนมากที่บริเวณใต้ใบ ในช่วงเวลาเช้ามืด ที่มีความชื้นสูง ถ้าระบาดรุนแรงจะส่งผลให้ใบ ต้น หรือทั้งต้นแห้งตาย แต่ถ้าต้นนั้นอยู่รอด จะไม่มีการติดดอก และเมล็ด ซึ่งมีวิธีการป้องกันโดย การไม่ใช้เมล็ดพันธุ์ จากแหล่งที่พบการระบาดของโรคราน้ำค้าง ควรคลุกเมล็ดพันธุ์ก่อนปลูกด้วยเมตาแลกซิล (Apron 35 SD) อัตรา 7 กรัม ต่อเมล็ดพันธุ์ 1 กิโลกรัม เมื่อพบต้นพืชที่แสดงอาการควรถอนแยก และเผาทำลายนอกแปลงปลูก ทำลายและควบคุมการกระจายของวัชพืชต่าง ๆ ที่เป็นที่ของเชื้อสาเหตุโรค และฉีดพ่นด้วยสารควบคุมโรคราน้ำค้าง (Apron 35 SD) ทุก ๆ 5 – 7 วัน

โรคราก และลำต้นเน่า มักจะพบจุดสีดำเล็ก ๆ จำนวนมากที่ระบบราก และลำต้น ซึ่งต่อมาใบจะเริ่มเปลี่ยนเป็นสีเหลือง และแห้งตาย โดยอาการดังกล่าวจะลามจากส่วนรากขึ้นสู่ส่วนบนของลำต้น และต้นพืชจะยืนต้นตายในที่สุด เชื้อสาเหตุโรคนี้จะสามารถแพร่กระจายไปกับเมล็ดพันธุ์ได้ สามารถเกิดการระบาดของโรคได้ในทุกระยะการเจริญเติบโตของคีนัว สามารถป้องกันและควบคุมโรคโดยการใช้เมล็ดพันธุ์จากแหล่งที่ไม่พบการระบาดของโรค คลุกเมล็ดพันธุ์ด้วยสารเคมีเบนโนมิลร่วมกับไทแรม (เบนเลท – ที) อัตรา 2 กรัมต่อเมล็ดพันธุ์ 1 กิโลกรัม และฉีดพ่นสารเคมีดังกล่าวทุก ๆ 5 – 7 วัน เมื่อพบพืชที่แสดงอาการของโรค

แมลงที่สำคัญของการปลูกคีนัวคือ เพลี้ยอ่อน และเพลี้ยไฟ ทำให้ใบแสดงอาการหักงอ บิดเบี้ยว แห้ง กรอบ ดอกร่วง และไม่ติดเมล็ด มักพบการระบาดของโรคในช่วงที่ฝนเริ่มทิ้งช่วงและอากาศแห้งแล้ง ควบคุมโดยการฉีดพ่นสารคาร์โบฟูราน 20 % อัตรา 30 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร ฉีดพ่นเมื่อพบการเข้าทำลาย

หนอนม้วนใบ หนอนเจาะลำต้น โดยหนอนจะกัดกินใบอ่อน ลำต้น และช่อดอก หากมีการระบาดมาก จะทำให้ยอดอ่อนและช่อดอกเสียหาย ผลผลิตลดลง ควบคุมโดยการหมั่นตรวจดูตามยอดอ่อน และช่อดอก หากพบให้ทำลายด้วยมือ หรือหากพบการระบาดรุนแรง ควรฉีดพ่นสารไพรีทรอยด์ อัตรา 10 ซีซีต่อน้ำ 20 ลิตร

มวน เป็นแมลงปากดูด จะเข้าทำลายบริเวณใบ และยอดอ่อน ทำให้บริเวณดังกล่าวมีรอยแผลไหม้เป็นวงเล็ก ๆ หรือเป็นจุด ๆ ทำให้ยอดอ่อนและดอกอ่อนหักงอ พัฒนาไม่สมบูรณ์ได้ ควบคุมโดยการใช้สารคาร์โบซัลแฟน 20% อัตรา 20 ซีซีต่อน้ำ 20 ลิตร ฉีดพ่นเมื่อพบการระบาด และพ่นซ้ำตามการระบาดของโรค

มด และปลวก จะกัดกินลำต้น และระบบรากใต้ดิน ทำให้การเจริญเติบโตต้นคีนัวชงัก และผลผลิตลดลง พบการทำลายได้ในทุกระยะการเจริญเติบโต และมักพบการระบาดเมื่อลักษณะภูมิอากาศแบบแห้งแล้ง สามารถควบคุมด้วยการฉีดพ่น หรือคลุกสารเคมีทางดินก่อนการปลูก

เมล็ดคีนัวที่ผ่านการทำความสะอาดก่อนนำไปใช้ประโยชน์จะมีสารซาโปนิน (saponin) เคลือบอยู่โดยรอบเมล็ด โดยสังเกตได้จากเมล็ดคีนัวจะมีสีน้ำตาลอ่อน – ครีม ทำให้เมล็ดคีนัวมีรสชาติฝาด และขม ดังนั้นก่อนนำเมล็ดคีนัวไปใช้ประโยชน์จะต้องมีการล้าง เพื่อกำจัดสารซาโปนินดังกล่าวก่อน โดยการล้างด้วยน้ำเปล่า คล้ายกับวิธีการล้างซาวข้าวก่อนนำไปใช้ประโยชน์ต่าง ๆ ได้แก่ รับประทานคีนัวเป็นอาหารสุขภาพ ซึ่งอาจแปรรูปเป็นอาหาร หรือผลิตภัณฑ์ต่างๆมากมาย เช่น ข้าวผัดคีนัว สลัดคีนัว นำคีนัว หรือทำขนมปัง คีนัวใช้เป็นแหล่งโปรตีนทดแทนเนื้อสัตว์ และธัญพืชบางชนิด รวมถึงอาหารจากสัตว์ทะเล และแปรรูปผลิตภัณฑ์คีนัวต่าง ๆ คีนัวสามารถนำมารับประทานเป็นอาหารหลักแทนข้าวได้ หรืออาจจะทำเป็นซีเรียลสามารถนำไปต้มเพื่อใช้เป็นอาหารสำหรับทารกได้ เมล็ดที่นำมาต้มจะนำไปทำเป็นซุปหรือโจ๊ก เมล็ดสามารถนำไปคั่วคล้ายกับข้าวโพดคั่ว ต้นอ่อนสามารถรับประทานร่วมกับสลัดได้ (Valencia-Chamorro, 2003) แป้งคีนัวสามารถนำไปผสมกับแป้งข้าวโพดหรือแป้งสาลี เมื่อรวมกันแล้วจะได้แป้งที่มีคุณค่าทางโภชนาการที่ดีขึ้น นำไปทำเป็นพาสต้าและบิสกิตหวานเพื่อบริโภคต่อไป (Valencia-Chamorro, 2003) แป้งที่ได้จากเมล็ดคีนัวสามารถนำไปทำเส้นบะหมี่ (Dini *et al.*, 2004)

ดังนั้น ประเทศไทยโดยเฉพาะในเขตพื้นที่สูงของประเทศซึ่งสภาพภูมิประเทศ และภูมิอากาศเหมาะสมต่อการเพาะปลูก และเพื่อพัฒนาสายพันธุ์คีนัวที่มีศักยภาพการผลิตเชิงพาณิชย์ ภายใต้สภาพประเทศไทย จึงมีความจำเป็นต้องศึกษาวิจัยการปรับตัว ศักยภาพการผลิต ผลิตภาพ และคุณภาพผลผลิต เพื่ออาจเป็นแนวทางในการส่งเสริมพืชศักยภาพนี้แก่กลุ่มเกษตรกรผู้สนใจ และอาจสามารถผลักดันให้เกิดเป็นพืชเศรษฐกิจใหม่ หรือพืชอาหารที่มีคุณค่าใหม่ให้แก่ประชาชนต่อไป

บทที่ 3

กรรมวิธีทดลอง

สถานที่ทดลอง ระยะเวลาทำการทดลอง

ดำเนินโครงการ ภายใต้พื้นที่มูลนิธิโครงการหลวงจำนวน 3 สถานี คือ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงพระบาทห้วยต้ม ตำบลนาทราย อำเภอลี้ จังหวัดลำพูน ที่ความสูงจากระดับน้ำทะเล 500 เมตร สถานีเกษตรหลวงปางดะ อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่ ที่ระดับความสูงจากระดับน้ำทะเล 720 เมตร และสถานีวิจัยดอยปุย อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ ที่ระดับความสูงจากระดับน้ำทะเล 1,400 เมตร

วัตถุทดลองที่ใช้

1. โครงการวิจัยมีความจำเป็นต้องใช้พื้นที่ภายในศูนย์พัฒนาโครงการหลวงจำนวน 3 สถานี คือ พระบาทห้วยต้ม ปางดะ และดอยปุย เพื่อใช้สำหรับการวิจัย จำนวนสถานีละ 3 ไร่
2. แรงงาน มีความจำเป็นต้องใช้แรงงานจ้างรายวัน เพื่อใช้สำหรับกิจกรรมต่าง ๆ ระหว่างกระบวนการวิจัย เช่น การเตรียมดิน การขึ้นแปลงทดสอบ การปลูก การกำจัดวัชพืช การจัดการน้ำ การใส่ปุ๋ย การบันทึกข้อมูล และการเก็บเกี่ยว
3. อุปกรณ์ที่จำเป็นภายในแปลง เช่น อุปกรณ์การบันทึกข้อมูล อุปกรณ์การเก็บตัวอย่าง เป็นต้น

วิธีทดลองที่ใช้ การบันทึกข้อมูล วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

โครงการวิจัยที่ 1 คัดเลือกกลุ่มเชื้อพันธุกรรมที่มีลักษณะการปรับตัวที่ดีในสภาพพื้นที่เกษตรบนพื้นที่สูงและพื้นที่ราบของประเทศไทย (Quinoa line selection) ดำเนินการวิจัยภายใต้แผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) จำนวน 4 ซ้ำ ณ แปลงวิจัย ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงพระบาทห้วยต้ม สถานีเกษตรหลวงปางดะ และสถานีวิจัยดอยปุย ชั่วรุ่นที่ 2 ระหว่างเดือนตุลาคม 2560 ถึงมีนาคม 2561 เพาะปลูกคีนัวจำนวน 24 กลุ่มพันธุ์ (lines) ภายใต้สภาพเกษตรบนพื้นที่ราบ และพื้นที่สูง คัดเลือกกลุ่มเชื้อพันธุ์ที่มีลักษณะทางการเกษตร (Agronomical phenotypic characteristics) ที่ดี รวมถึงศักยภาพในการให้ผลผลิตได้ดีภายใต้สภาพพื้นที่เกษตรทั้งบนพื้นที่สูงและเขตพื้นที่ราบในประเทศไทย เพื่อใช้สำหรับการพัฒนาสายพันธุ์คีนัวในลำดับต่อไป

1. การเตรียมดิน

เตรียมดินก่อนปลูกโดยใช้รถแทรกเตอร์ไถพรวน 2 รอบ เพื่อปรับสภาพดินให้เหมาะสม จากนั้นใช้จอบขุดแบ่งพื้นที่ออกเป็นแปลงต่างๆ ตามจำนวนหน่วยทดลองที่ได้วางแผนไว้เบื้องต้น คือ 576 แปลงทดลอง โดยแปลงทดลองมีขนาด 5 ตารางเมตร (ความกว้าง 2 เมตร และความยาว 2.5 เมตร) และวางระบบการให้น้ำแบบมินิสปริงเกอร์

2. การปลูกคีนัว

การปลูกคีนัวจะปลูกแบบโรยเมล็ดพันธุ์เป็นแถว จำนวน 5 แถว ที่ระดับความลึก 2 เซนติเมตร โดยมีระยะห่างระหว่างแถวปลูก 50 เซนติเมตร ในแต่ละแปลงทดลองใช้เมล็ดจำนวน 1 กรัม หลังจากการโรยเมล็ดพันธุ์ ให้กลบเมล็ดด้วยแกลบพอประมาณเพื่อรักษาความชื้นของหน้าดิน

3. การป้องกันกำจัดวัชพืช และศัตรูพืช

ควบคุมวัชพืชโดยอาศัยแรงงานจำนวน 2 ครั้ง คือ ที่ระยะ 14 และ 28 วันหลังปลูก และสำหรับการป้องกันกำจัดศัตรูพืช ใช้คาร์บาริล (ชื่อการค้า เซฟวิน 85 ดับบลิวพี) ฉีดพ่นในอัตรา 50 กรัม ต่อน้ำ 20 ลิตร หลังจากโรยเมล็ด เพื่อป้องกันมด และแมลง และใช้เมทาแลกซิล ร่วมกับแมน-โคเซบ (ชื่อการค้า ริดโดมิล โกลด์ เอ็มแซด 68 ดับบลิวจี) ฉีดพ่นในอัตรา 50 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร จำนวน 2 ครั้ง คือ ที่ระยะ 14 และ 28 วัน หลังปลูก เพื่อป้องกันกำจัดโรคราน้ำค้าง และโรคเน่าคอดิน

4. การเก็บเกี่ยว

เก็บเกี่ยวผลผลิตเมล็ดคินัวที่อายุประมาณ 120 วัน โดยอาศัยแรงงานคน เพื่อลดความเสียหายจากการใช้เครื่องจักรกลการเกษตร ซึ่งช่วงเวลาของการเก็บเกี่ยวสามารถพิจารณาได้จากการเปลี่ยนสีของใบ ลำต้น และกลีบดอก โดยเมล็ดที่สุกแก่จะมีการเปลี่ยนแปลงสีของลำต้น และใบ จากสีเขียว หรือแดงอมม่วงไปเป็นสีน้ำตาล มากกว่า 75 เปอร์เซ็นต์ กลีบดอกจะแห้งทำให้เห็นส่วนของเมล็ดชัดเจนมากยิ่งขึ้น เมื่อสัมผัสเมล็ดจะพบว่าเมล็ดมีเนื้อสัมผัสที่แข็ง (พ้นจากระยะน้ำนม) หากพบว่ามีส่วนใดของต้นพืชยังมีความชื้นอยู่ ให้ลดความชื้นในแปลงปลูกก่อนเก็บเกี่ยวโดยอาศัยแสงแดดประมาณ 3 วัน ก่อนที่จะนำไปนวดเมล็ดออกจากรวงรวมถึงกระบวนการทำความสะอาดเมล็ดต่อไป

การเจริญเติบโต การวิเคราะห์การเจริญเติบโตทางสรีรวิทยา และการให้ผลผลิต

บันทึกข้อมูลด้านการเจริญเติบโต และนำมาวิเคราะห์การเจริญเติบโตทางสรีรวิทยาที่ระยะ 25 45 65 75 และ 110 วันหลังปลูก และเก็บเกี่ยวผลผลิตเมล็ดที่ระยะ 120 วันหลังปลูก โดยบันทึกลักษณะดังต่อไปนี้

1) ความสูงต้น (Plant height; เซนติเมตร) วัดความสูงจากระดับพื้นดินจนถึงใบสุดท้ายบริเวณปลายยอด โดยสุ่มวัด 5 ต้นต่อแปลงย่อย แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย

2) ค่าความเขียวของใบ (Greenness; Spad unit) วัดค่าความเขียวที่ปรากฏบนใบพืช ตามวิธีของทิพย์วรรณ (2556) โดยวัดด้วยเครื่อง SPAD 502 โดยสุ่มวัด 2 ต้นต่อแปลงย่อย แต่ละต้นวัด 3 ใบ คือ ใบบน ใบกลาง และใบล่าง แต่ละใบวัด 3 ตำแหน่ง คือ ปลายใบ กลางใบ และโคนใบ แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย

3) ค่าน้ำหนักแห้งทั้งต้น (Dry weight; กรัม) สุ่มเก็บตัวอย่าง 2 ต้นต่อแปลงย่อย โดยแยกส่วนของลำต้น และใบ เข้าตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน เมื่อความชื้นคงที่ นำไปชั่งด้วยเครื่องชั่งแบบละเอียด แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย

4) พื้นที่ใบ (Leaf area; ตารางเซนติเมตร) สุ่มเก็บตัวอย่างใบพืช แยกจากต้นที่สุ่มตัวอย่างจำนวน 4 ใบ นำไปวัดพื้นที่ใบด้วยเครื่องวัดพื้นที่ใบ (Leaf area meter) รุ่น LI – 3100C จากนั้นนำเข้าตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน เมื่อความชื้นคงที่ นำไปชั่งด้วยเครื่องชั่งแบบละเอียด โดยนำน้ำหนักใบทั้ง 4 ใบ รวมกับน้ำหนักใบที่เหลือจากการสุ่มทั้งหมด เพื่อคำนวณย้อนกลับไปเป็นพื้นที่ใบทั้งหมด

5) ค่าดัชนีพื้นที่ใบ (Leaf Area Index; LAI) วิเคราะห์จากสูตรคำนวณตามวิธีของ Hunt (1978) ดังนี้

$$LAI = A_L / A_G$$

A_L = พื้นที่ใบ และ A_G = พื้นที่ปลูก

6) ค่าการกระจายตัวของใบในทรงพุ่ม (Leaf Area Ratio; LAR) หน่วยวัด คือ ตารางเซนติเมตรต่อกรัม วิเคราะห์จากสูตรคำนวณตามวิธีของ Hunt (1978) ดังนี้

$$LAR = A_L / W$$

A_L = พื้นที่ใบ และ W = น้ำหนักแห้งทั้งหมด

7) ค่าประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสง (Net Assimilation Rate; NAR) หน่วยวัด คือ มิลลิกรัมต่อตารางเซนติเมตรต่อวัน วิเคราะห์จากสูตรคำนวณตามวิธีของ Hunt (1978) ดังนี้

$NAR = (1 / A_L) \times (dw / dt)$

W = น้ำหนักแห้งทั้งหมด และ A_L= พื้นที่ใบ

8) ค่าการสะสมน้ำหนักแห้งต่อพื้นที่ (Crop Growth Rate; CGR) หน่วยวัด คือ มิลลิกรัมต่อตารางเซนติเมตรต่อวัน วิเคราะห์จากสูตรคำนวณตามวิธีของ Hunt (1978) ดังนี้

$CGR = LAI \times NAR$

9) ผลผลิตต่อพื้นที่ (Yield per area; กิโลกรัมต่อไร่) สุ่มเก็บผลผลิตเมล็ดจำนวน 30 ต้นต่อแปลงย่อย จากนั้นนำเมล็ดออกจากรวง ทำความสะอาด และชั่งด้วยเครื่องชั่งแบบละเอียด แล้วนำมาคำนวณย้อนกลับไปเป็นผลผลิตต่อพื้นที่

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (Analysis of variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดย Least significant different (LSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Statistix version 8.0 (Analytical software, Tallahassee, USA)

โครงการวิจัยที่ 1 คัดเลือกกลุ่มเชื้อพันธุกรรมที่มีลักษณะการปรับตัวที่ดีในสภาพพื้นที่เกษตรบนพื้นที่สูงและพื้นที่ราบของประเทศไทย (Quinoa line selection)

การปลูกคัดเลือกกลุ่มเชื้อพันธุกรรมคีนัวในชั่วรุ่นที่ 3 ณ

1) สถานีเกษตรหลวงปางดะ ตำบลสะเมิงใต้ อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่

ลักษณะเป็นพื้นที่ลาดชัน ตั้งอยู่ในแอ่งหุบเขา อุณหภูมิเฉลี่ยทั้งปี 23.0 องศาเซลเซียส ปริมาณน้ำฝนทั้งปี 1,863.20 มิลลิเมตร

2) ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงพระบาทห้วยต้ม ตำบลนาทราย อำเภอลี้ จังหวัดลำพูน

ซึ่งเป็นพื้นที่ราบ เนินเตี้ย มีความลาดชันของพื้นที่ 2.8% ที่ระดับความสูงจาก 500 เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลาง มีลักษณะดินด้านบนเป็นดินร่วนปนทราย ดินด้านล่างเป็นศิลาแลง ดินส่วนใหญ่ขาดความอุดมสมบรูณ์ มีค่า pH ที่ 5.5 – 6.5 อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 39.5 องศาเซลเซียส อุณหภูมิเฉลี่ยต่ำสุด 7.5 องศา เซลเซียส ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยตลอดปี 1,116 มิลลิเมตร จากวันฝนตก 101 วัน เพาะปลูกคัดเลือกกลุ่มเชื้อพันธุกรรมคีนัวชั่วรุ่นที่ 1 ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2559 ถึง มีนาคม 2560 อายุเก็บเกี่ยวคีนัวที่ 120 วัน

3) สถานีวิจัยดอยปุย ตำบลสุเทพ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่

เป็นภูเขาสูงสลับซับซ้อนอยู่ในแนวเทือกเขาถนนธงไชย สภาพภูมิอากาศในเขตพื้นที่อุทยานแห่งชาติมีค่าอุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปีอยู่ระหว่าง 2-23 องศาเซลเซียส มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยตลอดปีระหว่าง 1,350-2,500 มิลลิเมตร และมีค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยตลอดปีระหว่าง 70-80 เปอร์เซ็นต์

กลุ่มเชื้อพันธุกรรมคีนัวทั้งหมด 24 สายพันธ์ ได้แก่

1.KU01	13.KU13
2.KU02	14.KU14 (Moradas original)
3.KU03	15.KU15 (Verdes original)
4.KU04	16.KU16 (Moradas 1st crop)
5.KU05	17.KU17 (Verdes 1st crop)
6.KU06	18.KU18 (Moradas 3rd crop)
7.KU07	19.KU19 (Verdes 3rd crop)
8.KU08	20.KU20 (Moradas greenhouse)
9.KU09	21.KU21 (Verdes greenhouse)
10.KU10	22.KU22 (Black quinoa UAE)
11.KU11	23.KU23 (Black quinoa commercial)
12.KU12	24.KU24 (Red quinoa commercial

ลักษณะการเจริญเติบโตของแต่ละกลุ่มพันธุ์แสดงดังตารางที่ 2-16

บทที่ 4

ผลการวิจัย

สถานีวิจัยดอยปุย

1. การเจริญเติบโตของคีนัวที่อายุ 25 วันหลังปลูก

ตารางที่ 2: ลักษณะการเจริญเติบโตของคีนัวชั่วรุ่นที่ 3 ที่อายุ 25 วันหลังปลูก ณ สถานีวิจัยดอยปุย

Line	Plant height (cm.)	Leaf greenness (spad unit)	DW (g.)	Leaf Area (cm2)	LAI	LAR (cm2g-1)	NAR (mg cm-2day-1)	CGR (mgcm-2 day-1)
KU01	9.17a	31.37defg	0.9967ab	28.267cde	9.167cde	28.633cdef	0.0014d	8.00E-05ab
KU02	4.17cde	31.93cdefg	0.3700def	11.700de	4.167de	45.800abcdef	0.0014d	2.93E-05def
KU03	7.00abcde	31.93cdefg	0.6033bcdef	2.600e	7.000e	4.167f	0.0098ab	4.83E-05bcdef
KU04	7.33abcde	30.77efg	0.8000abcde	16.367de	7.333de	18.167ef	0.0046bcd	6.40E-05abcdef
KU05	8.00abcd	31.27defg	0.8933abcd	21.167cde	8.000cde	21.367def	0.0082abc	7.13E-05abcd
KU06	8.67abc	29.20g	1.0133ab	5.400de	8.667de	6.067f	0.0103a	8.10E-05ab
KU07	3.67de	30.20fg	0.3967def	12.033de	3.667de	30.133bcdef	0.0014d	3.17E-05def
KU08	7.67abcd	32.73bcdef	0.8633abcde	54.333abc	7.667abc	63.267abcd	0.0006d	6.90E-05abcde
KU09	10.83a	32.50bcdefg	1.0167ab	27.100cde	10.833cde	20.800def	0.0027d	8.13E-05ab
KU10	10.50a	33.83abcde	1.1367a	79.433a	10.500a	66.267abc	0.0007d	9.07E-05a
KU11	8.00abcd	30.47efg	0.8400abcde	15.500de	8.000de	17.767ef	0.0024d	6.70E-05abcde
KU12	8.33abc	31.40defg	0.9267abc	29.500bcde	8.333bcde	31.767bcdef	0.0016d	7.43E-05abc
KU13	5.83bcde	32.60bcdefg	0.8067abcde	18.633cde	5.833bcde	22.700def	0.0018d	6.47E-05abcde
KU14	5.50bcde	34.43abcd	0.5100bcdef	9.800de	5.500cde	20.767def	0.0022d	4.07E-05bcdef
KU15	5.83bcde	35.37abc	0.6767abcdef	10.267de	5.833de	14.867ef	0.0027d	5.40E-05abcdef
KU16	6.33abcde	33.70abcde	0.8067abcde	64.733ab	6.333ab	72.533ab	0.0006d	6.43E-05abcde
KU17	3.67de	32.30bcdefg	0.3567ef	6.100de	3.667de	17.067ef	0.0031cd	2.87E-05ef
KU18	5.50bcde	32.07cdefg	0.4967bcdef	40.767bcd	5.500bcd	75.833a	0.0016d	3.97E-05bcdef
KU19	4.17de	31.20defg	0.4300cdef	24.633cde	4.167cde	56.467abcd	0.0009d	3.43E-05cdef
KU20	5.33bcde	30.57efg	0.5367bcdef	8.633de	5.333de	15.900ef	0.0025d	4.27E-05bcdef
KU21	4.67bcde	36.30a	0.4167cdef	4.967de	4.667de	10.600f	0.0045bcd	3.37E-05cdef
KU22	3.00e	34.63abcd	0.2367f	5.900de	3.000de	23.467cdef	0.0019d	1.87E-05f
KU23	4.33cde	35.70ab	0.5867bcdef	12.067de	4.333de	18.933ef	0.0022d	4.70E-05bcdef
KU24	3.67de	36.80a	0.5200bcdef	11.167de	3.667de	21.567def	0.0034cd	4.13E-05bcdef
$LSD_{0.05}$	*	*	*	*	*	*	*	*
CV (%)	43.73	6.52	47.58	101.18	101.14	87.20	106.31	47.51

Note: * indicated significant differences at 5% probability level; ns = non-significant; CV indicated Coefficient of variation; the different letter(s) indicated the statistically significant difference by LSD at 5% level

DW = plant dry weight; LA = leaf area; LAI = leaf area index: LAR = leaf area ratio; NAR = net assimilation rate; CGR = crop growth rate

1.1 ความสูงต้น (Plant Height, cm)

คีนัวทั้ง 24 กลุ่มเชื้อพันธุกรรมมีความสูงต้นเฉลี่ย 6.29 เซนติเมตร ที่ต้นพืชอายุ 25 วันหลังปลูก โดยสายพันธุ์ที่มีความสูงต้นสูงที่สุดคือ KU09 และ KU10 มีความสูงต้น 10.83, 10.50 เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งมีความสูงไม่แตกต่างกับสายพันธุ์ KU01, KU06, KU12, KU05, KU11, KU08, KU04 KU03 และ KU16 แต่ทั้ง 2 สายพันธุ์มีความสูงสูงกว่าสายพันธุ์อื่นๆในกลุ่มเชื้อพันธุกรรม ทั้งนี้ความสูงต้นของคีนัวแต่ละกลุ่มเชื้อพันธุกรรมที่อายุต้นพืช 25 วัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (ตารางที่ 2)

1.2 ค่าความเขียวใบ (Leaf Greenness, spad unit)

ค่าความเขียวใบของคีนัว 24 สายพันธุ์ แสดงดังตารางที่ 2 จากตารางพบว่า ความเขียวใบที่ต้นพืชอายุ 25 วัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยสายพันธุ์ Red quinoa commercial (KU24) และ KU21โดยมีค่าความเขียวใบ 36.80 และ 36.30 spad unit ตามลำดับ ซึ่งมีค่าความเขียวใบไม่แตกต่างจาก KU23, KU15, KU22, KU14, KU10 และ KU16 แต่ทั้ง 2 สายพันธุ์มีค่าความเขียวใบสูงกว่าสายพันธุ์อื่นๆในกลุ่มเชื้อพันธุกรรม ทั้งนี้กลุ่มเชื้อพันธุกรรมคีนัวทั้ง 24 สายพันธุ์ มีค่าความเขียวใบเฉลี่ย 32.636 spad unit

1.3 น้ำหนักแห้งต้น (Plant Dry Weight, g.)

น้ำหนักแห้งต้นทั้ง 24 สายพันธุ์ แสดงดังตารางที่ 2 จากตารางพบว่า น้ำหนักแห้งต้นมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% โดยสายพันธุ์ KU10 มีน้ำหนักแห้งต้นมากที่สุด คือ 1.11367 กรัม ซึ่งไม่แตกต่างจากสายพันธุ์ KU09, KU06, KU01, KU12, KU05, KU08, KU11, KU16, KU13, KU04 และ KU15 โดยมีค่า 1.0167, 1.0133, 0.9967, 0.9267, 0.8933, 0.8633, 0.84, 0.8067, 0.8067, 0 .8 และ 0.6767 กรัม แต่สูงกว่าสายพันธุ์อื่นจากสายพันธุ์ทั้งหมดและจาก 24 สายพันธุ์มีค่าน้ำหนักแห้งต้นเฉลี่ย 0.6765 กรัม

1.4 พื้นที่ใบ (Leaf Area, cm^2)

พื้นที่ใบของคีนัว 24 สายพันธุ์ แสดงดังตารางที่ 2 จากตารางพบว่า พื้นที่ใบที่ต้นพืชอายุ 25 วัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยสายพันธุ์ KU10 โดยมีพื้นที่ใบ 79.433 cm^2 ซึ่งมีพื้นที่ใบไม่แตกต่างจาก KU16 และ KU08 ทั้ง 2 สายพันธุ์ มีพื้นที่ใบ 67.733 และ 54.333 cm^2 ซึ่งสูงกว่าสายพันธุ์อื่นๆในกลุ่มเชื้อพันธุกรรม ทั้งนี้กลุ่มเชื้อพันธุกรรมคีนัวทั้ง 24 สายพันธุ์ มีพื้นที่ใบเฉลี่ย 21.711 cm^2

1.5 ดัชนีพื้นที่ใบ (Leaf Area Index)

ดัชนีพื้นที่ใบของคีนัว 24 สายพันธุ์ แสดงดังตารางที่ 2 จากตารางพบว่า ดัชนีพื้นที่ใบที่ต้นพืชอายุ 25 วัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยสายพันธุ์ KU10 โดยมีดัชนีพื้นที่ใบ 0.1588 ซึ่งมีดัชนีพื้นที่ใบไม่แตกต่างจาก KU16 และ KU08 ทั้ง 2 สายพันธุ์ มีดัชนีพื้นที่ใบ 0.1295 และ 0.1087 ซึ่งสูงกว่าสายพันธุ์อื่นๆในกลุ่มเชื้อพันธุกรรม ทั้งนี้กลุ่มเชื้อพันธุกรรมคีนัวทั้ง 24 สายพันธุ์ มีดัชนีพื้นที่ใบเฉลี่ย 0.0434

1.6 ค่าการกระจายตัวของใบในทรงพุ่ม (Leaf Area Ratio, cm^2g^{-1})

ค่าการกระจายตัวของใบในทรงพุ่มของคีนัว 24 สายพันธุ์ แสดงดังตารางที่ 2 จากตารางพบว่า ค่าการกระจายตัวของใบในทรงพุ่มในพืชอายุ 25 วัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยสายพันธุ์ KU18 โดยมีพื้นที่ใบ 75.833 cm^2g^{-1} ซึ่งมีค่าการกระจายตัวของใบในทรงพุ่มไม่แตกต่างจาก KU16, KU10, KU08, KU19 และ KU02 มีค่าการกระจายตัวของใบในทรงพุ่ม 72.533, 66.267,66.267, 56.467 และ 45.8 cm^2g^{-1} ซึ่งสูงกว่าสายพันธุ์อื่นๆในกลุ่มเชื้อพันธุกรรม ทั้งนี้กลุ่มเชื้อพันธุกรรมคีนัวทั้ง 24 สายพันธุ์ มีค่าการกระจายตัวของใบในทรงพุ่มเฉลี่ย 30.204 cm^2g^{-1}

1.7 ค่าประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสง (Net Assimilation Rate, mg $cm^{-2}day^{-1}$)

ค่าประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงของคีนัว 24 สายพันธุ์ แสดงดังตารางที่ 2 จากตารางพบว่า ค่าประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงของพืชอายุ 25 วัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยสายพันธุ์ KU06 โดยมีค่าประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสง 0.0103 mg $cm^{-2}day^{-1}$ ซึ่งมีค่าไม่แตกต่างจาก KU03 และ KU05 มีค่าประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสง 0.0098 และ 0.0082 mg $cm^{-2}day^{-1}$ ซึ่งสูงกว่าสายพันธุ์อื่นๆในกลุ่มเชื้อพันธุกรรม ทั้งนี้กลุ่มเชื้อพันธุกรรมคีนัวทั้ง 24 สายพันธุ์ มีค่าประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงเฉลี่ย 3.03E-03 mg $cm^{-2}day^{-1}$

1.8 ค่าการสะสมน้ำหนักแห้งต่อพื้นที่ (Crop Growth Rate, mg cm^{-2}day^{-1})

ค่าการสะสมน้ำหนักแห้งต่อพื้นที่ของคีนัว 24 สายพันธุ์ แสดงดังตารางที่ 2 จากตารางพบว่า ค่าการสะสมน้ำหนักแห้งต่อพื้นที่ของพืชอายุ 25 วัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยสายพันธุ์ KU10 โดยมีค่าการสะสมน้ำหนักแห้งต่อพื้นที่ 9.07E-05 mg cm^{-2}day^{-1} ซึ่งมีค่าการสะสมน้ำหนักแห้งต่อพื้นที่ไม่แตกต่างจาก KU09, KU06, KU01, KU12, KU05, KU08, KU11, KU13, KU16, KU04 และ KU15 มีค่าการสะสมน้ำหนักแห้งต่อพื้นที่ 8.13E-05, 8.10E-05, 8.00E-05, 7.43E-05, 7.13E-05, 6.90E-05, 6.70E-05, 6.47E-05, 6.43E-05, 6.40E-05 และ 5.40E-05 mg cm^{-2}day^{-1}ซึ่งสูงกว่าสายพันธุ์อื่นๆในกลุ่มเชื้อพันธุกรรม ทั้งนี้กลุ่มเชื้อพันธุกรรมคีนัวทั้ง 24 สายพันธุ์ มีค่าการสะสมน้ำหนักแห้งต่อพื้นที่เฉลี่ย 5.41E-05 mg cm^{-2}day^{-1}

2. การเจริญเติบโตของคีนัวที่อายุ 45 วันหลังปลูก

ตารางที่ 3: ลักษณะการเจริญเติบโตของคีนัวชั่วรุ่นที่ 3 ที่อายุ 45 วันหลังปลูก ณ สถานีวิจัยดอยปุย

Line	Plant height (cm.)	Leaf greenness (spad unit)	DW (g.)	Leaf Area (cm2)	LAI	LAR (cm2g-1)	NAR (mg cm-2 day-1)	CGR (mgcm-2 day-1)
KU01	66.13	46.67abcde	7.1667	213.73	0.4274	28.900bcdef	0.0350de	0.0143
KU02	44.77	46.57abcde	4.4000	67.00	0.1341	14.367ef	0.2127abcd	0.0088
KU03	35.40	50.77ab	3.8333	13.87	0.0278	3.433f	0.3615a	0.0076
KU04	33.40	37.80fg	4.4667	63.57	0.1271	14.433ef	0.1333bcde	0.0088
KU05	69.43	43.97cdef	8.3667	181.57	0.3631	19.967def	0.2408abc	0.0166
KU06	66.80	44.67bcde	8.5000	43.50	0.0871	5.333f	0.2772ab	0.0169
KU07	38.07	42.90ef	4.8000	123.13	0.2463	26.000cdef	0.0404de	0.0096
KU08	28.03	35.77g	4.4333	245.93	0.4919	53.100abcd	0.0191e	0.0087
KU09	59.43	46.90abcde	5.9667	126.37	0.2527	18.733def	0.0865cde	0.0118
KU10	46.40	47.90abcde	5.6000	327.97	0.6559	58.500abc	0.0191e	0.0111
KU11	55.07	49.87abc	6.4667	96.67	0.1933	15.400def	0.0692cde	0.0129
KU12	38.40	50.37ab	4.9667	146.37	0.2927	28.233bcdef	0.0477de	0.0098
KU13	49.70	51.40a	7.0333	151.40	0.3028	20.533cdef	0.0504de	0.0140
KU14	28.03	43.57def	3.2667	55.23	0.1104	16.900def	0.0695cde	0.0065
KU15	53.07	47.80abcde	6.7667	91.53	0.1830	13.200ef	0.0764cde	0.0135
KU16	58.40	45.40abcde	7.9333	578.23	1.1565	64.533ab	0.0186e	0.0158
KU17	47.07	48.70abcde	5.3333	82.67	0.1653	15.133def	0.0941bcde	0.0106
KU18	47.43	50.07abc	5.2000	394.90	0.7898	67.767a	0.0497de	0.0104
KU19	39.77	50.60ab	5.0000	248.23	0.4965	45.167abcde	0.0270de	0.0099
KU20	45.43	47.90abcde	5.2333	71.90	0.1438	13.933ef	0.0723cde	0.0104
KU21	41.10	49.20abcd	4.3000	41.53	0.0831	8.833ef	0.1333bcde	0.0086
KU22	45.40	47.47abcde	4.4667	96.20	0.1925	18.900def	0.0592cde	0.0089
KU23	42.80	51.30a	7.8000	141.17	0.2823	17.233def	0.0637cde	0.0155
KU24	40.77	50.80ab	6.6333	104.33	0.2087	18.733def	0.0907bcde	0.0132
$LSD_{0.05}$	ns	*	ns	ns	ns	*	*	ns
CV (%)	37.23	8.09	38.95	115.87	115.88	92.04	117.65	39.16

Note: * indicated significant differences at 5% probability level; ns = non-significant; CV indicated Coefficient of variation; the different letter(s) indicated the statistically significant difference by LSD at 5% level

DW = plant dry weight; LA = leaf area; LAI = leaf area index: LAR = leaf area ratio; NAR = net assimilation rate; CGR = crop growth rate

2.1 ความสูงต้น (Plant height, cm)

คีนัวทั้ง 24 กลุ่มเชื้อพันธุกรรม มีความสูงต้นที่อายุ 45 วันหลังปลูก ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (ตารางที่ 3) โดยมีความสูงต้นเฉลี่ย 46.85 เซนติเมตร

2.2 ค่าความเขียวใบ (Leaf greenness, spad unit)

ค่าความเขียวใบของคีนัว 24 กลุ่มเชื้อพันธุกรรม แสดงดังตารางที่ 3 จากตารางพบว่า ความเขียวใบที่ต้นพืชอายุ 45 วันหลังปลูก มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยสายพันธุ์ที่ KU13 และ KU23 โดยมีค่าความเขียวใบ 51.40, 51.30 spad unit ตามลำดับ ซึ่งมีค่าความเขียวใบไม่แตกต่างกับสายพันธุ์ KU24, KU03, KU19, KU12, KU18, KU11, KU21, KU17, KU20, KU10, KU15, KU22, KU09, KU09, KU01, KU02 และ KU16 แต่มีค่าความเขียวใบแตกต่างจากสายพันธุ์อื่นๆในกลุ่มเชื้อพันธุกรรม ทั้งนี้กลุ่มเชื้อพันธุกรรมคีนัวทั้ง 24 สายพันธุ์ มีค่าความเขียวใบเฉลี่ย 47.01 spad unit

2.3 น้ำหนักแห้งต้น (Plant Dry Weight, g.)

น้ำหนักแห้งต้นทั้ง 24 สายพันธุ์ที่ 45 วัน แสดงดังตารางที่ 3 จากตารางพบว่า น้ำหนักแห้งต้นไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% ทั้ง 24 สายพันธุ์มีค่าน้ำหนักแห้งต้นเฉลี่ย 5.7472 กรัม

2.4 พื้นที่ใบ (Leaf Area, cm^2)

พื้นที่ใบของคีนัว 24 สายพันธุ์ แสดงดังตารางที่ 3 จากตารางพบว่า พื้นที่ใบที่ต้นพืชอายุ 45 วัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% กลุ่มเชื้อพันธุกรรมคีนัวทั้ง 24 สายพันธุ์มีพื้นที่ใบเฉลี่ย 154.46 cm^2

2.5 ดัชนีพื้นที่ใบ (Leaf Area Index)

ดัชนีพื้นที่ใบของคีนัว 24 สายพันธุ์ แสดงดังตารางที่ 3 จากตารางพบว่า ดัชนีพื้นที่ใบที่ต้นพืชอายุ 45 วัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% กลุ่มเชื้อพันธุกรรมคีนัวทั้ง 24 สายพันธุ์ มีดัชนีพื้นที่ใบเฉลี่ย 0.3089

2.6 ค่าการกระจายตัวของใบในทรงพุ่ม (Leaf Area Ratio, cm^2g^{-1})

ค่าการกระจายตัวของใบในทรงพุ่มของคีนัว 24 สายพันธุ์ แสดงดังตารางที่ 3 จากตารางพบว่า ค่าการกระจายตัวของใบในทรงพุ่มในพืชอายุ 45 วัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยสายพันธุ์ KU18 โดยมีค่าการกระจายตัวของทรงพุ่ม 67.767 cm^2g^{-1} ซึ่งมีค่าการกระจายตัวของใบในทรงพุ่มไม่แตกต่างจาก KU16, KU10, KU08 และ KU19 มีค่าการกระจายตัวของใบในทรงพุ่ม 64.533, 58.500, 53.100 และ 45.167 cm^2g^{-1} ซึ่งสูงกว่าสายพันธุ์อื่นๆในกลุ่มเชื้อพันธุกรรม ทั้งนี้กลุ่มเชื้อพันธุกรรมคีนัวทั้ง 24 สายพันธุ์ มีค่าการกระจายตัวของใบในทรงพุ่มเฉลี่ย 25.303 cm^2g^{-1}

2.7 ค่าประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสง (Net Assimilation Rate, mg $cm^{-2}day^{-1}$)

ค่าประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงของคีนัว 24 สายพันธุ์ แสดงดังตารางที่ 3 จากตารางพบว่า ค่าประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงของพืชอายุ 45 วัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยสายพันธุ์ KU03 โดยมีค่าประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสง 0.3615 mg $cm^{-2}day^{-1}$ ซึ่งมีค่าไม่แตกต่างจาก KU06, KU05 และ KU02 มีค่าประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสง 0.2772, 0.2408 และ 0.2127 mg $cm^{-2}day^{-1}$ซึ่งสูงกว่าสายพันธุ์อื่นๆในกลุ่มเชื้อพันธุกรรม ทั้งนี้กลุ่มเชื้อพันธุกรรมคีนัวทั้ง 24 สายพันธุ์ มีค่าประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงเฉลี่ย 0.0978 mg $cm^{-2}day^{-1}$

2.8 ค่าการสะสมน้ำหนักแห้งต่อพื้นที่ (Crop Growth Rate, mg $cm^{-2}day^{-1}$)

ค่าการสะสมน้ำหนักแห้งต่อพื้นที่ของคีนัว 24 สายพันธุ์ แสดงดังตารางที่ 3 จากตารางพบว่า ค่าการสะสมน้ำหนักแห้งต่อพื้นที่ของพืชอายุ 45 วัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% มีค่าการสะสมน้ำหนักแห้งต่อพื้นที่เฉลี่ย 0.0114 mg $cm^{-2}day^{-1}$

3. การเจริญเติบโตของคีนัวที่อายุ 65 วันหลังปลูก

<u>ตารางที่ 4:</u> ลักษณะการเจริญเติบโตของคีนัวชั่วรุ่นที่ 3 ที่อายุ 65 วันหลังปลูก ณ สถานีวิจัยดอยปุย

Line	Plant height (cm.)	Leaf greenness (spad unit)	DW (g.)	Leaf Area (cm2)	LAI	LAR (cm2g-1)	NAR (mg cm-2 day-1)	CGR (mgcm-2 day-1)
KU01	86.80gh	43.18i	9.767	276.1	0.5521	27.967cdef	0.0349d	0.0190
KU02	87.13fgh	45.50fghi	7.500	129.1	0.2581	15.067f	0.1399abcd	0.0147
KU03	96.73cdefgh	44.60ghi	8.733	35.6	0.0712	4.067f	0.2457ab	0.0172
KU04	91.23efgh	47.87cdefghi	10.467	176.8	0.3537	17.800ef	0.1162bcd	0.0206
KU05	96.27cdefgh	41.67i	10.833	237.5	0.4749	21.000ef	0.2045abc	0.0210
KU06	101.13bcdefgh	46.47efghi	12.400	65.0	0.1300	5.967f	0.2556a	0.0241
KU07	101.63bcdefgh	48.90bcdefgh	11.300	331.2	0.6623	29.533cdef	0.0345d	0.0221
KU08	103.47bcdefgh	47.47defghi	12.033	763.1	1.5263	62.467abcd	0.0159d	0.0238
KU09	87.90bcdefgh	48.00bcdefghi	7.533	174.9	0.3498	20.800ef	0.0650d	0.0146
KU10	97.97cdefgh	46.10efghi	10.433	710.3	1.4206	66.267abc	0.0166d	0.0204
KU11	100.97bcdefgh	50.07abcdefgh	10.700	196.1	0.3922	17.767ef	0.0586d	0.0209
KU12	97.80cdefgh	48.467bcdefgh	10.800	339.5	0.6790	31.767bcdef	0.0392d	0.0212
KU13	105.37bcde	51.80abcdef	16.067	378.2	0.7564	22.700def	0.0437d	0.0316
KU14	108.63abcd	56.30a	10.200	209.3	0.4187	20.767ef	0.0550d	0.0201
KU15	100.40bcdefgh	54.37abcd	11.967	182.5	0.3649	14.867f	0.0664d	0.0234
KU16	115.73ab	50.267abcdefg	14.400	1001.5	2.0029	72.533ab	0.0157d	0.0281
KU17	103.77bcdefg	49.30abcdefgh	10.100	171.1	0.3422	17.067ef	0.0771cd	0.0198
KU18	123.63a	48.70bcdefgi	11.733	1196.3	2.3926	75.833a	0.0388d	0.0230
KU19	109.97abc	49.77abcdefgh	11.533	687.0	1.3739	56.467abcde	0.0220d	0.0226
KU20	97.10cdefgh	4857bcdefghi	9.733	153.6	0.3072	15.900ef	0.0623d	0.0190
KU21	105.23bcde	54.98ab	9.267	100.8	0.2016	10.600f	0.1116bcd	0.0182
KU22	93.90cdefgh	54.60abc	7.200	181.4	0.3628	23.467def	0.0460d	0.0141
KU23	92.83defgh	52.97abcde	15.000	273.3	0.5466	18.933ef	0.0550d	0.0294
KU24	81.23h	56.17a	11.733	239.3	0.4786	21.567def	0.0817cd	0.0229
$LSD_{0.05}$	*	*	ns	ns	ns	*	*	ns
CV (%)	10.32	8.67	32.04	119.98	119.98	87.20	104.96	32.34

Note: * indicated significant differences at 5% probability level; ns = non-significant; CV indicated Coefficient of variation; the different letter(s) indicated the statistically significant difference by LSD at 5% level

DW = plant dry weight; LA = leaf area; LAI = leaf area index: LAR = leaf area ratio; NAR = net assimilation rate; CGR = crop growth rate

3.1 ความสูงต้น (Plant height, cm)

คีนัวทั้ง 24 กลุ่มเชื้อพันธุกรรมมีความสูงต้นเฉลี่ย 99.45 เซนติเมตร ที่ต้นพืชอายุ 65 วันหลังปลูก โดยสายพันธุ์ KU18 มีความสูงต้น 123.63 เซนติเมตร ซึ่งมีความสูงไม่ต่างจากสายพันธุ์ KU16, KU19 และ KU14 แต่มีค่าความสูงสูงกว่าสายพันธุ์อื่นๆในกลุ่มเชื้อพันธุกรรม ทั้งนี้ความสูงต้นของคีนัวแต่ละกลุ่มเชื้อพันธุกรรมที่อายุต้นพืช 65 วัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (ตารางที่ 4)

3.2 ค่าความเขียวใบ (Leaf greenness, spad unit)

ค่าความเขียวใบของคีนัว 24 กลุ่มเชื้อพันธุกรรม แสดงดังตารางที่ 4 จากตารางพบว่า ความเขียวใบที่ต้นพืชอายุ 65 วัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยที่สายพันธุ์ KU14 และ KU24 มีค่าความเขียวใบ 56.30 และ 56.17 spad unit ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างกับ KU21, KU22, KU15, KU23, KU13, KU16, KU11, KU19 และ KU17 แต่มีค่าความเขียวใบสูงกว่าสายพันธุ์อื่นๆในกลุ่มเชื้อพันธุกรรม ทั้งนี้กลุ่มเชื้อพันธุกรรมคีนัวทั้ง 24 สายพันธุ์ มีค่าความเขียวใบเฉลี่ย 49.42 spad unit

3.3 น้ำหนักแห้งต้น (Plant Dry Weight, g.)

น้ำหนักแห้งต้นทั้ง 24 สายพันธุ์ที่ 65 วัน แสดงดังตารางที่ 4 จากตารางพบว่า น้ำหนักแห้งต้นไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% จาก 24 สายพันธุ์มีค่าน้ำหนักแห้งต้นเฉลี่ย 10.893 กรัม

3.4 พื้นที่ใบ (Leaf Area, cm^2)

พื้นที่ใบของคีนัว 24 สายพันธุ์ แสดงดังตารางที่ 4 จากตารางพบว่า พื้นที่ใบที่ต้นพืชอายุ 65 วัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% กลุ่มเชื้อพันธุกรรมคีนัวทั้ง 24 สายพันธุ์มีพื้นที่ใบเฉลี่ย 342.06 cm^2

3.5 ดัชนีพื้นที่ใบ (Leaf Area Index)

ดัชนีพื้นที่ใบของคีนัว 24 สายพันธุ์ แสดงดังตารางที่ 4 จากตารางพบว่า ดัชนีพื้นที่ใบที่ต้นพืชอายุ 65 วัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% กลุ่มเชื้อพันธุกรรมคีนัวทั้ง 24 สายพันธุ์ มีดัชนีพื้นที่ใบเฉลี่ย 0.6841

3.6 ค่าการกระจายตัวของใบในทรงพุ่ม (Leaf Area Ratio, cm^2g^{-1})

ค่าการกระจายตัวของใบในทรงพุ่มของคีนัว 24 สายพันธุ์ แสดงดังตารางที่ 4 จากตารางพบว่า ค่าการกระจายตัวของใบในทรงพุ่มในพืชอายุ 65 วัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยสายพันธุ์ KU18 โดยมีค่าการกระจายตัวของใบในทรงพุ่ม 75.833 cm^2g^{-1} ซึ่งมีค่าการกระจายตัวของใบในทรงพุ่มไม่แตกต่างจาก KU16, KU10, KU08, KU19 มีค่าการกระจายตัวของใบในทรงพุ่ม 72.533, 66.267, 66.267 และ 56.467 cm^2g^{-1} ซึ่งสูงกว่าสายพันธุ์อื่นๆในกลุ่มเชื้อพันธุกรรม ทั้งนี้กลุ่มเชื้อพันธุกรรมคีนัวทั้ง 24 สายพันธุ์ มีค่าการกระจายตัวของใบในทรงพุ่มเฉลี่ย 28.799 cm^2g^{-1}

3.7 ค่าประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสง (Net Assimilation Rate, mg $cm^{-2}day^{-1}$)

ค่าประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงของคีนัว 24 สายพันธุ์ แสดงดังตารางที่ 4 จากตารางพบว่า ค่าประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงของพืชอายุ 65 วัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยสายพันธุ์ KU06 โดยมีค่าประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสง 0.2556 mg $cm^{-2}day^{-1}$ ซึ่งมีค่าไม่แตกต่างจาก KU03, KU05 และ KU02 มีค่าประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสง 0.2457, 0.2045 และ 0.1399 mg $cm^{-2}day^{-1}$ซึ่งสูงกว่าสายพันธุ์อื่นๆในกลุ่มเชื้อพันธุกรรม ทั้งนี้กลุ่มเชื้อพันธุกรรมคีนัวทั้ง 24 สายพันธุ์ มีค่าประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงเฉลี่ย 0.0792 mg $cm^{-2}day^{-1}$

3.8 ค่าการสะสมน้ำหนักแห้งต่อพื้นที่ (Crop Growth Rate, mg $cm^{-2}day^{-1}$)

ค่าการสะสมน้ำหนักแห้งต่อพื้นที่ของคีนัว 24 สายพันธุ์ แสดงดังตารางที่ 4 จากตารางพบว่า ค่าการสะสมน้ำหนักแห้งต่อพื้นที่ของพืชอายุ 65 วัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% กลุ่มเชื้อพันธุกรรมคีนัวทั้ง 24 สายพันธุ์ มีค่าการสะสมน้ำหนักแห้งต่อพื้นที่เฉลี่ย 0.0213 mg $cm^{-2}day^{-1}$

5. การเจริญเติบโตของคีนัวที่อายุ 110 วันหลังปลูก

<u>ตารางที่ 5:</u> ลักษณะการเจริญเติบโตของคีนัวชั่วรุ่นที่ 3 ที่อายุ 110 วันหลังปลูก ณ สถานีวิจัยดอยปุย

Line	Plant height (cm.)	Leaf greenness (spad unit)	DW (g.)	Leaf Area (cm2)	LAI	LAR (cm2g-1)	NAR (mg cm-2 day-1)	CGR (mgcm-2 day-1)
KU01	105.70fgh	19.57bc	31.250defgh	331.4	0.6628	10.700	0.0927de	0.0617defgh
KU02	114.63ef	16.90c	58.500abcdef	173.0	0.3459	2.867	0.5534abc	0.1164abcdef
KU03	140.67b	37.87a	31.190defgh	51.9	0.1038	1.900	0.5790ab	0.0617defgh
KU04	108.67fgh	32.43a	30.677efgh	212.4	0.4247	7.633	0.2396abcde	0.0605efgh
KU05	99.37h	30.07ab	39.920bcdefgh	246.1	0.4921	5.433	0.5942a	0.0790bcdefgh
KU06	115.60ef	29.17ab	31.320defgh	74.4	0.1488	2.567	0.5413abc	0.0616defgh
KU07	106.50fgh	36.67a	64.937abcd	348.6	0.6973	7.033	0.1855cde	0.1290abcd
KU08	113.37egf	34.13a	24.353gh	835.4	1.6709	36.767	0.0279e	0.0477gh
KU09	114.50ef	19.63bc	30.123efgh	226.5	0.4529	6.700	0.1809cde	0.0596efgh
KU10	114.10ef	17.00c	28.053efgh	815.1	1.6302	30.067	0.0408e	0.0553efgh
KU11	125.27cde	38.00a	40.310bcdefgh	240.0	0.4800	6.067	0.1903bcde	0.0798bcdefgh
KU12	100.63gh	32.60a	30.583efgh	362.3	0.7245	14.167	0.1115de	0.0603efgh
KU13	112.50efgh	30.60ab	56.390abcdefg	399.1	0.7982	7.033	0.1666cde	0.1115abcdefg
KU14	122.93cde	32.40a	18.013h	239.7	0.4794	15.733	0.0891de	0.0352h
KU15	131.60bc	32.27a	85.707a	242.4	0.4849	3.067	0.4410abcd	0.1705a
KU16	114.10ef	37.00a	36.170cdefgh	968.1	1.9362	26.133	0.0403e	0.0712cdefgh
KU17	114.13ef	19.70bc	24.863fgh	194.5	0.3889	9.600	0.2005bcde	0.0489fgh
KU18	155.50a	17.07c	73.313ab	1363.3	2.7266	27.167	0.2707abcde	0.1457ab
KU19	115.70ef	38.22a	34.050cdefgh	690.5	1.3811	19.667	0.0583de	0.0672cdefgh
KU20	115.47ef	32.72a	67.583abc	183.9	0.3679	3.133	0.3578abcde	0.1344abc
KU21	130.20bc	30.32ab	42.093bcdefgh	121.7	0.2434	3.200	0.3773abcde	0.0834bcdefgh
KU22	129.40bcd	32.49a	60.787abcde	247.3	0.4945	4.367	0.2331abcde	0.1210abcde
KU23	116.97def	32.34a	56.880abcdefg	333.0	0.6660	5.933	0.2018abcde	0.1126abcdefg
KU24	85.80i	37.07a	51.197bcdefgh	254.0	0.5080	4.867	0.2899abcde	0.1015bcdefgh
$LSD_{0.05}$	*	*	*	ns	ns	ns	*	*
CV (%)	6.89	24.08	47.52	117.52	117.52	98.47	94.65	47.88

Note: * indicated significant differences at 5% probability level; ns = non-significant; CV indicated Coefficient of variation; the different letter(s) indicated the statistically significant difference by LSD at 5% level

DW = plant dry weight; LA = leaf area; LAI = leaf area index: LAR = leaf area ratio; NAR = net assimilation rate; CGR = crop growth rate

4.1 ความสูงต้น (Plant height, cm)

ความสูงต้นคีนัวทั้ง 24 กลุ่มเชื้อพันธุกรรม มีความสูงต้นเฉลี่ย 116.80 เซนติเมตร ที่ต้นพืชอายุ 110 วันหลังปลูก โดยสายพันธุ์ที่มีความสูงต้นสูงที่สุดคือ KU18 มีความสูงต้น 155.50 เซนติเมตร และสายพันธุ์ที่มีความสูงต้นต่ำที่สุดคือ KU24 มีความสูง 85.80 เซนติเมตร ทั้งนี้ความสูงต้นของคีนัวแต่ละกลุ่มเชื้อพันธุกรรมที่อายุต้นพืช 110 วัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (ตารางที่ 5)

4.2 ค่าความเขียวใบ (Leaf greenness, spad unit)

ค่าความเขียวใบของคีนัว 24 สายพันธุ์ แสดงดังตารางที่ 5 จากตารางพบว่า ความเขียวใบที่ต้นพืชอายุ 110 วัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยสายพันธุ์ที่มีค่าความเขียวใบสูงสุด คือ KU19, KU11, KU03, KU24, KU16, KU07, KU08, KU20, KU12, KU22, KU04, KU14, KU23 และ KU15 โดยมีค่าความเขียวใบ 38.22, 38.10, 37.87, 37.07, 37.00, 36.67, 34.13, 32.72, 32.60 32.49, 32.43, 32.40, 32.34 และ 32.27 spad unit ตามลำดับ ซึ่งมีค่าความเขียวใบไม่แตกต่างกับสายพันธุ์, KU21, KU13, KU05 และ KU06 แต่มีค่าความเขียวใบสูงกว่าสายพันธุ์อื่นๆในกลุ่มเชื้อพันธุกรรม ทั้งนี้กลุ่มเชื้อพันธุกรรมคีนัวทั้ง 24 สายพันธุ์ มีค่าความเขียวใบเฉลี่ย 29.83 spad unit

4.3 น้ำหนักแห้งต้น (Plant Dry Weight, g.)

น้ำหนักแห้งต้นทั้ง 24 สายพันธุ์ที่ 110 วัน แสดงดังตารางที่ 5 จากตารางพบว่า น้ำหนักแห้งต้นมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% โดยสายพันธุ์ KU15 มีน้ำหนักแห้งต้นมากที่สุด คือ 85.707 กรัม ซึ่งไม่แตกต่างจากสายพันธุ์ KU18, KU20, KU07, KU22, KU02, KU23 และ KU13 โดยมีค่า 73.313, 67.583, 64.937, 60.787, 58.500, 56.880 และ 56.390 กรัม แต่สูงกว่าสายพันธุ์อื่นจากสายพันธุ์ทั้งหมดและจาก 24 สายพันธุ์มีค่าน้ำหนักแห้งต้นเฉลี่ย 43.678 กรัม

4.4 พื้นที่ใบ (Leaf Area, cm^2)

พื้นที่ใบของคีนัว 24 สายพันธุ์ แสดงดังตารางที่ 5 จากตารางพบว่า พื้นที่ใบที่ต้นพืชอายุ 110 วัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% กลุ่มเชื้อพันธุกรรมคีนัวทั้ง 24 สายพันธุ์ มีพื้นที่ใบเฉลี่ย 381.44 cm^2

4.5 ดัชนีพื้นที่ใบ (Leaf Area Index)

ดัชนีพื้นที่ใบของคีนัว 24 สายพันธุ์ แสดงดังตารางที่ 5 จากตารางพบว่า ดัชนีพื้นที่ใบที่ต้นพืชอายุ 110 วัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% กลุ่มเชื้อพันธุกรรมคีนัวทั้ง 24 สายพันธุ์ มีดัชนีพื้นที่ใบเฉลี่ย 0.7629

4.6 ค่าการกระจายตัวของใบในทรงพุ่ม (Leaf Area Ratio, cm^2g^{-1})

ค่าการกระจายตัวของใบในทรงพุ่มของคีนัว 24 สายพันธุ์ แสดงดังตารางที่ 5 จากตารางพบว่า ค่าการกระจายตัวของใบในทรงพุ่มในพืชอายุ 110 วัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยสายพันธุ์ KU08 โดยมีค่าการกระจายตัวของใบในทรงพุ่ม 36.767 cm^2g^{-1} ซึ่งมีค่าการกระจายตัวของใบในทรงพุ่มไม่แตกต่างจาก KU10, KU18, KU16 และ KU19 มีค่าการกระจายตัวของใบในทรงพุ่ม 30.067, 27.167, 26.133 และ 19.667 cm^2g^{-1} ซึ่งสูงกว่าสายพันธุ์อื่นๆในกลุ่มเชื้อพันธุกรรม ทั้งนี้กลุ่มเชื้อพันธุกรรมคีนัวทั้ง 24 สายพันธุ์ มีค่าการกระจายตัวของใบในทรงพุ่มเฉลี่ย 10.908 cm^2g^{-1}

4.7 ค่าประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสง (Net Assimilation Rate, mg $cm^{-2}day^{-1}$)

ค่าประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงของคีนัว 24 สายพันธุ์ แสดงดังตารางที่ 5 จากตารางพบว่า ค่าประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงของพืชอายุ 110 วัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% กลุ่มเชื้อพันธุกรรมคีนัวทั้ง 24 สายพันธุ์ มีค่าประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงเฉลี่ย 0.2526 mg $cm^{-2}day^{-1}$

4.8 ค่าการสะสมน้ำหนักแห้งต่อพื้นที่ (Crop Growth Rate, mg $cm^{-2}day^{-1}$)

ค่าการสะสมน้ำหนักแห้งต่อพื้นที่ของคีนัว 24 สายพันธุ์ แสดงดังตารางที่ 5 จากตารางพบว่า ค่าการสะสมน้ำหนักแห้งต่อพื้นที่ของพืชอายุ 110 วัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยสายพันธุ์ KU15 โดยมีค่าการสะสมน้ำหนักแห้งต่อพื้นที่ 0.1705 mg $cm^{-2}day^{-1}$ ซึ่งมีค่าการสะสมน้ำหนักแห้งต่อพื้นที่ไม่แตกต่างจาก KU18, KU20, KU07, KU22, KU02, KU23 และ KU13 มีค่าการสะสมน้ำหนักแห้งต่อพื้นที่ 0.1457, 0.1344, 0.1290, 0.1210, 0.1164, 0.1126 และ 0.1115 mg $cm^{-2}day^{-1}$ซึ่งสูงกว่าสายพันธุ์อื่นๆในกลุ่มเชื้อพันธุกรรม ทั้งนี้กลุ่มเชื้อพันธุกรรมคีนัวทั้ง 24 สายพันธุ์ มีค่าการสะสมน้ำหนักแห้งต่อพื้นที่เฉลี่ย 0.0865 mg $cm^{-2}day^{-1}$

5. ดัชนีเก็บเกี่ยว ผลผลิต ผลผลิตต่อพื้นที่

ตารางที่ 6 : ดัชนีเก็บเกี่ยวและองค์ประกอบผลผลิตของคีนัวชั่วรุ่นที่ 3 ณ สถานีวิจัยดอยปุย

Line	HI	Yield (g./plant)	Yield/area (g./rai)
KU01	63.598	20.045defg	478.3
KU02	77.921	48.832abcde	1091.7
KU03	52.382	18.716 defg	1150.0
KU04	54.831	18.486 defg	583.3
KU05	71.402	28.943bcdefg	1001.0
KU06	54.533	17.486efg	961.7
KU07	76.707	53.376abc	790.0
KU08	40.593	11.310fg	674.3
KU09	65.666	20.335 defg	1266.3
KU10	55.921	15.955fg	1154.0
KU11	66.217	27.084bcdefg	886.7
KU12	57.362	19.389 defg	661.7
KU13	69.046	39.397abcdef	956.7
KU14	27.747	6.467g	475.0
KU15	80.271	69.842a	1005.0
KU16	61.812	22.374cdefg	1165.0
KU17	47.668	13.711fg	923.3
KU18	76.970	58.838ab	1096.7
KU19	63.378	22.035cdefg	1286.7
KU20	79.829	56.037ab	410.0
KU21	67.018	30.664bcdefg	1068.3
KU22	78.844	50.878abcd	1258.0
KU23	69.162	38.607abcdefg	1449.0
KU24	74.517	38.860abcdefg	750.0
$LSD_{0.05}$	ns	*	Ns
CV (%)	23.36	63.62	58.30

Note: * indicated significant differences at 5% probability level; ns = non-significant; CV indicated Coefficient of variation; the different letter(s) indicated the statistically significant difference by LSD at 5% level; HI = harvest index

5.1 ดัชนีการเก็บเกี่ยว (Harvesting Index)

ค่าดัชนีการเก็บเกี่ยวของคีนัว 24 สายพันธุ์ แสดงดังตารางที่ 2 จากตารางพบว่า ค่าดัชนีการเก็บเกี่ยวของพืชอายุ 110 วัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ทั้งนี้กลุ่มเชื้อพันธุกรรมคีนัวทั้ง 24 สายพันธุ์ มีค่าดัชนีการเก็บเกี่ยวเฉลี่ย 63.895

5.2 ผลผลิตต่อต้น (Yield, g. plant^{-1})

ผลผลิตต่อต้นของคีนัว 24 สายพันธุ์ แสดงดังตารางที่ 2 จากตารางพบว่า ผลผลิตต่อต้นของพืชอายุ 110 วัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยสายพันธุ์ KU15 โดยมีผลผลิตต่อต้น 69.842 ซึ่งมีผลผลิตต่อต้นไม่แตกต่างจาก KU18, KU20, KU07, KU22, KU02, KU13, KU24 และ KU23 มีผลผลิตต่อต้น 58.838, 56.037, 53.037, 50.878, 48.832, 39.397, 38.860 และ 38.607 ซึ่งสูงกว่าสายพันธุ์อื่นๆในกลุ่มเชื้อพันธุกรรม ทั้งนี้กลุ่มเชื้อพันธุกรรมคีนัวทั้ง 24 สายพันธุ์ มีผลผลิตต่อต้นเฉลี่ย 31.153 กรัมต่อต้น

5.3 ผลผลิตต่อพื้นที่ (Yield, g. rai^{-1})

ผลผลิตต่อพื้นที่ของคีนัว 24 สายพันธุ์ แสดงดังตารางที่ 2 จากตารางพบว่า ค่าดัชนีการเก็บเกี่ยวของพืชอายุ 110 วัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ทั้งนี้กลุ่มเชื้อพันธุกรรมคีนัวทั้ง 24 สายพันธุ์ มีค่าดัชนีการเก็บเกี่ยวเฉลี่ย 939.29 กรัมต่อไร่

สถานีเกษตรหลวงปางดะ

1. การเจริญเติบโตของคีนัวที่อายุ 25 วันหลังปลูก

ตารางที่ 7: ลักษณะการเจริญเติบโตของคีนัวชั่วรุ่นที่ 2 ที่อายุ 25 วันหลังปลูก ณ สถานีเกษตรหลวงปางดะ

Line	Plant height (cm.)	Leaf greenness (spad unit)	DW (g.)	Leaf Area (cm2)	LAI	LAR (cm2g-1)	NAR (mg cm-2 day-1)	CGR (mgcm-2 day-1)
KU01	8.50abcd	35.23	1.1025	0.9934	1.99E-03	0.9381cdef	0.0432d	8.81E-05
KU02	6.98def	35.73	0.9962	0.9564	1.91E-03	1.0145abcdef	0.0404ab	7.96E-05
KU03	7.90bcdef	34.96	1.1285	0.9276	1.86E-03	0.8044f	0.0515bcd	9.02E-05
KU04	8.26abcd	36.25	1.2606	0.7232	1.44E-03	0.5738ef	0.0697abc	1.00E-04
KU05	7.83bcdef	35.55	1.0947	0.8626	1.73E-03	0.7761def	0.0525d	8.75E-05
KU06	9.68a	33.33	1.3719	0.8404	1.68E-03	0.6330f	0.0969a	1.09E-04
KU07	9.13abc	35.03	1.2813	0.7543	1.50E-03	0.5849bcdef	0.0860d	1.02E-04
KU08	8.73abc	37.48	1.2282	0.9049	1.81E-03	0.7236abcd	0.0605d	9.82E-05
KU09	9.13abc	35.90	1.2456	0.7965	1.59E-03	0.6219def	0.0735d	9.96E-05
KU10	8.30abcd	36.88	1.0959	0.9026	1.81E-03	0.8055abc	0.0500d	8.76E-05
KU11	8.80abc	35.85	1.2241	0.8850	1.77E-03	0.7075ef	0.0619d	9.79E-05
KU12	9.33ab	35.83	1.2090	0.9744	1.95E-03	0.7920bcdef	0.0516d	9.67E-05
KU13	8.90abc	33.90	1.1660	0.9344	1.87E-03	0.7891def	0.0513d	9.33E-05
KU14	8.96abc	35.96	1.3131	1.1724	2.34E-03	0.8938def	0.0463d	1.05E-04
KU15	8.20abcde	37.80	1.2783	1.2947	2.59E-03	1.0107ef	0.0419d	1.02E-04
KU16	7.73bcdef	37.83	1.0755	0.9529	1.91E-03	0.9235ab	0.0445d	8.60E-05
KU17	8.40abcd	37.28	1.3000	1.0610	2.12E-03	0.8175ef	0.0491cd	1.04E-04
KU18	8.00bcdef	36.08	1.2298	1.1250	2.25E-03	0.9181a	0.0444d	9.83E-05
KU19	6.60ef	37.60	1.0353	1.1166	2.23E-03	1.1854abcde	0.0381d	8.28E-05
KU20	7.53cdef	36.28	1.1698	1.4430	2.89E-03	1.2453ef	0.0349d	9.35E-05
KU21	7.60cdef	39.48	1.1594	1.3914	2.78E-03	1.2566f	0.0387bcd	9.27E-05
KU22	6.43f	38.80	1.0553	1.0718	2.14E-03	1.0785cdef	0.0404d	8.44E-05
KU23	6.93def	37.50	1.0211	1.9409	3.88E-03	2.0584ef	0.0309d	8.17E-05
KU24	8.70abc	37.50	1.3168	0.6773	1.35E-03	0.5144def	0.0778cd	1.05E-04
$LSD_{0.05}$	*	ns	ns	ns	ns	*	*	ns
CV (%)	13.87	7.90	13.85	45.17	45.17	53.51	47.44	13.85

Note: * indicated significant differences at 5% probability level; ns = non-significant; CV indicated Coefficient of variation; the different letter(s) indicated the statistically significant difference by LSD at 5% level

DW = plant dry weight; LA = leaf area; LAI = leaf area index: LAR = leaf area ratio; NAR = net assimilation rate; CGR = crop growth rate

1.1 ความสูงต้น (Plant height, cm)

คีนัวทั้ง 24 กลุ่มเชื้อพันธุกรรมมีความสูงต้นเฉลี่ย 8.19 เซนติเมตร ที่ต้นพืชอายุ 25 วันหลังปลูก โดยสายพันธุ์ KU06 มีความสูงต้น 9.66 เซนติเมตร ซึ่งสูงกว่าสายพันธุ์ KU18, KU03, KU05, KU16, KU21, KU20, KU02, KU23, KU19 และ KU22 แต่ไม่แตกต่างกับสายพันธุ์อื่นๆในกลุ่มเชื้อพันธุกรรม ทั้งนี้ความสูงต้นของคีนัวแต่ละกลุ่มเชื้อพันธุกรรมที่อายุต้นพืช 25 วัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (ตารางที่ 7)

1.2 ค่าความเขียวใบ (Leaf greenness, spad unit)

ค่าความเขียวใบของคีนัว 24 สายพันธุ์ แสดงดังตารางที่ 7 จากตารางพบว่า ความเขียวใบที่ต้นพืชอายุ 25 วัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% กลุ่มเชื้อพันธุกรรม คีนัวทั้ง 24 สายพันธุ์ มีค่าความเขียวใบเฉลี่ย 36.46 spad unit

1.3 น้ำหนักแห้งต้น (Plant Dry Weight, g.)

น้ำหนักแห้งต้นทั้ง 24 สายพันธุ์ที่ 25 วัน แสดงดังตารางที่ 7 จากตารางพบว่า น้ำหนักแห้งต้นไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% โดย 24 สายพันธุ์มีค่าน้ำหนักแห้งต้นเฉลี่ย 1.1816 กรัม

1.4 พื้นที่ใบ (Leaf Area, cm^2)

พื้นที่ใบของคีนัว 24 สายพันธุ์ แสดงดังตารางที่ 7 จากตารางพบว่า พื้นที่ใบที่ต้นพืชอายุ 25 วัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% กลุ่มเชื้อพันธุกรรมคีนัวทั้ง 24 สายพันธุ์มีพื้นที่ใบเฉลี่ย 1.0293 cm^2

1.5 ดัชนีพื้นที่ใบ (Leaf Area Index)

ดัชนีพื้นที่ใบของคีนัว 24 สายพันธุ์ แสดงดังตารางที่ 7 จากตารางพบว่า ดัชนีพื้นที่ใบที่ต้นพืชอายุ 25 วัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% กลุ่มเชื้อพันธุกรรมคีนัวทั้ง 24 สายพันธุ์ มีดัชนีพื้นที่ใบเฉลี่ย 2.06E-03

1.6 ค่าการกระจายตัวของใบในทรงพุ่ม (Leaf Area Ratio, cm^2g^{-1})

ค่าการกระจายตัวของใบในทรงพุ่มของคีนัว 24 สายพันธุ์ แสดงดังตารางที่ 7 จากตารางพบว่า ค่าการกระจายตัวของใบในทรงพุ่มในพืชอายุ 25 วัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยสายพันธุ์ KU23 โดยมีค่าการกระจายตัวของใบในทรงพุ่ม 2.0584 cm^2g^{-1} ซึ่งมีค่าการกระจายตัวของใบในทรงพุ่มสูงกว่าสายพันธุ์อื่นๆในกลุ่มเชื้อพันธุกรรม ทั้งนี้กลุ่มเชื้อพันธุกรรมคีนัวทั้ง 24 สายพันธุ์มีค่าการกระจายตัวของใบในทรงพุ่มเฉลี่ย 0.9028 cm^2g^{-1}

1.7 ค่าประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสง (Net Assimilation Rate, mg $cm^{-2}day^{-1}$)

ค่าประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงของคีนัว 24 สายพันธุ์ แสดงดังตารางที่ 7 จากตารางพบว่า ค่าประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงของพืชอายุ 25 วัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยสายพันธุ์ KU06 โดยมีค่าประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสง 2.0584 mg $cm^{-2}day^{-1}$ซึ่งมีค่าการกระจายตัวของใบในทรงพุ่มไม่ต่างกับสายพันธุ์ KU07, KU24, KU09, KU04 และ KU11 ซึ่งมีค่า 0.0860, 0.0778, 0.0735, 0.0697 และ 0.0619 ตามลำดับ แต่มีค่าประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงสูงกว่าสายพันธุ์อื่นๆในกลุ่มเชื้อพันธุกรรม กลุ่มเชื้อพันธุกรรมคีนัวทั้ง 24 สายพันธุ์ มีค่าประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงเฉลี่ย 0.0532 mg $cm^{-2}day^{-1}$

1.8 ค่าการสะสมน้ำหนักแห้งต่อพื้นที่ (Crop Growth Rate, mg $cm^{-2}day^{-1}$)

ค่าการสะสมน้ำหนักแห้งต่อพื้นที่ของคีนัว 24 สายพันธุ์ แสดงดังตารางที่ 7 จากตารางพบว่า ค่าการสะสมน้ำหนักแห้งต่อพื้นที่ของพืชอายุ 25 วัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ทั้งนี้กลุ่มเชื้อพันธุกรรมคีนัวทั้ง 24 สายพันธุ์ มีค่าการสะสมน้ำหนักแห้งต่อพื้นที่เฉลี่ย 9.45E-05 mg $cm^{-2}day^{-1}$

2. การเจริญเติบโตของคีนัวที่อายุ 45 วันหลังปลูก

ตารางที่ 8: ลักษณะการเจริญเติบโตของคีนัวชั่วรุ่นที่ 3 ที่อายุ 45 วันหลังปลูก ณ สถานีเกษตรหลวงปางดะ

Line	Plant height (cm.)	Leaf greenness (spad unit)	DW (g.)	Leaf Area (cm2)	LAI	LAR (cm2g-1)	NAR (mg cm-2 day-1)	CGR (mgcm-2 day 1)
KU01	81.16	48.96bc	7.1667	213.73bcd	0.4274bcd	28.900bcdef	0.0350de	0.0143
KU02	77.86	45.96bcd	4.4000	67.00cd	0.1341cd	14.367ef	0.2127abcd	0.0088
KU03	82.75	50.76b	3.8333	13.87d	0.0278d	3.433f	0.3615a	0.0076
KU04	81.50	38.38e	4.4667	63.57cd	0.1271cd	14.433ef	0.1333bcde	0.0088
KU05	80.35	45.74bcd	8.3667	181.57bcd	0.3631 bcd	19.967def	0.2408abc	0.0166
KU06	81.86	46.41bcd	8.5000	43.50cd	0.0871cd	5.333f	0.2772ab	0.0169
KU07	87.60	43.23de	4.8000	123.13bcd	0.2463 bcd	26.000cdef	0.0404de	0.0096
KU08	80.50	39.34e	4.4333	245.93bcd	0.4919 bcd	53.100abcd	0.0191e	0.0087
KU09	80.28	46.75bcd	5.9667	126.37bcd	0.2527 bcd	18.733def	0.0865cde	0.0118
KU10	82.75	47.80bc	5.6000	327.97abc	0.6559abc	58.500abc	0.0191e	0.0111
KU11	81.45	49.29bc	6.4667	96.67cd	0.1933cd	15.400def	0.0692cde	0.0129
KU12	86.03	50.26bc	4.9667	146.37bcd	0.2927 bcd	28.233bcdef	0.0477de	0.0098
KU13	86.00	51.08b	7.0333	151.40bcd	0.3028 bcd	20.533cdef	0.0504de	0.0140
KU14	83.83	45.16cd	3.2667	55.23cd	0.1104cd	16.900def	0.0695cde	0.0065
KU15	81.20	48.83bc	6.7667	91.53cd	0.1830cd	13.200ef	0.0764cde	0.0135
KU16	80.28	45.98bcd	7.9333	578.23a	1.1565a	64.533ab	0.0186e	0.0158
KU17	78.95	50.28bc	5.3333	82.67cd	0.1653cd	15.133def	0.0941bcde	0.0106
KU18	82.53	50.24bc	5.2000	394.90ab	0.7898ab	67.767a	0.0497de	0.0104
KU19	74.00	48.65bc	5.0000	248.23bcd	0.4965 bcd	45.167abcde	0.0270de	0.0099
KU20	77.68	48.30bcd	5.2333	71.90cd	0.1438cd	13.933ef	0.0723cde	0.0104
KU21	77.70	50.03bc	4.3000	41.53cd	0.0831cd	8.833ef	0.1333bcde	0.0086
KU22	78.43	40.04bcd	4.4667	96.20cd	0.1925cd	18.900def	0.0592cde	0.0089
KU23	80.28	49.93bc	7.8000	141.17bcd	0.2823 bcd	17.233def	0.0637cde	0.0155
KU24	80.00	58.60a	6.6333	104.33bcd	0.2087 bcd	18.733def	0.0907bcde	0.0132
$LSD_{0.05}$	ns	*	ns	*	*	*	*	ns
CV (%)	8.57	8.00	38.95	115.87	115.88	92.04	117.65	39.16

Note: * indicated significant differences at 5% probability level; ns = non-significant; CV indicated Coefficient of variation; the different letter(s) indicated the statistically significant difference by LSD at 5% level

DW = plant dry weight; LA = leaf area; LAI = leaf area index: LAR = leaf area ratio; NAR = net assimilation rate; CGR = crop growth rate

2.1 ความสูงต้น (Plant height, cm)

คีนัวทั้ง 24 กลุ่มเชื้อพันธุกรรมมีความสูงต้นเฉลี่ย 81.04 เซนติเมตร ที่ต้นพืชอายุ 45 วันหลังปลูก โดยสายพันธุ์ KU07 มีความสูงต้น 81.031 เซนติเมตร ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (ตารางที่ 8)

2.2 ค่าความเขียวใบ (Leaf greenness, spad unit)

ค่าความเขียวใบของคีนัว 24 สายพันธุ์ แสดงดังตารางที่ 8 จากตารางพบว่า ความเขียวใบที่ต้นพืชอายุ 45 วันหลังปลูก มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยสายพันธุ์ที่มีค่าความเขียวใบสูงสุด คือ KU24 โดยมีค่าความเขียวใบ 58.60 spad unit และสายพันธุ์ที่มีค่าความเขียวใบต่ำสุด คือ KU08 และ KU04 โดยมีค่าความเขียวใบ 39.34 และ 38.38 spad unit ตามลำดับแต่มีความเขียวใบไม่ต่างกับ KU07 ทั้งนี้กลุ่มเชื้อพันธุกรรมคีนัวทั้ง 24 สายพันธุ์ มีค่าความเขียวใบเฉลี่ย 47.79 spad unit

2.3 น้ำหนักแห้งต้น (Plant Dry Weight, g.)

น้ำหนักแห้งต้นทั้ง 24 สายพันธุ์ที่ 45 วัน แสดงดังตารางที่ 8 จากตารางพบว่า น้ำหนักแห้งต้นไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% โดย 24 สายพันธุ์มีค่าน้ำหนักแห้งต้นเฉลี่ย 11.815 กรัม

2.4 พื้นที่ใบ (Leaf Area, cm^2)

พื้นที่ใบของคีนัว 24 สายพันธุ์ แสดงดังตารางที่ 8 จากตารางพบว่า พื้นที่ใบที่ต้นพืชอายุ 45 วัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยสายพันธุ์ที่มีพื้นที่ใบสูงสุดคือ KU08 โดยมีพื้นที่ใบ 1,088.7 cm^2 ซึ่งมีค่าสูงกว่าสายพันธุ์อื่นๆในกลุ่มเชื้อพันธุกรรม ทั้งนี้กลุ่มเชื้อพันธุกรรมคีนัวทั้ง 24 สายพันธุ์ มีพื้นที่ใบเฉลี่ย 359.37 cm^2

2.5 ดัชนีพื้นที่ใบ (Leaf Area Index)

ดัชนีพื้นที่ใบของคีนัว 24 สายพันธุ์ แสดงดังตารางที่ 8 จากตารางพบว่า ดัชนีพื้นที่ใบที่ต้นพืชอายุ 45 วัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยสายพันธุ์ที่มีค่าดัชนีพื้นที่ใบสูงสุดคือ KU08 โดยมีค่าดัชนีพื้นที่ใบ 2.1774 ซึ่งมีค่าสูงกว่าสายพันธุ์อื่นๆในกลุ่มเชื้อพันธุกรรม ทั้งนี้กลุ่มเชื้อพันธุกรรมคีนัวทั้ง 24 สายพันธุ์ มีดัชนีพื้นที่ใบเฉลี่ย 0.7187

2.6 ค่าการกระจายตัวของใบในทรงพุ่ม (Leaf Area Ratio, cm^2g^{-1})

ค่าการกระจายตัวของใบในทรงพุ่มของคีนัว 24 สายพันธุ์ แสดงดังตารางที่ 8 จากตารางพบว่า ค่าการกระจายตัวของใบในทรงพุ่มในพืชอายุ 45 วัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยสายพันธุ์ KU08 โดยมีค่าการกระจายตัวของใบในทรงพุ่ม 101.41 cm^2g^{-1} ซึ่งมีค่าการกระจายตัวของใบในทรงพุ่มสูงกว่าสายพันธุ์อื่นๆในกลุ่มเชื้อพันธุกรรม ทั้งนี้กลุ่มเชื้อพันธุกรรมคีนัวทั้ง 24 สายพันธุ์มีค่าการกระจายตัวของใบในทรงพุ่มเฉลี่ย 32.541 cm^2g^{-1}

2.7 ค่าประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสง (Net Assimilation Rate, mg $cm^{-2}day^{-1}$)

ค่าประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงของคีนัว 24 สายพันธุ์ แสดงดังตารางที่ 8 จากตารางพบว่า ค่าประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงของพืชอายุ 45 วัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยสายพันธุ์ KU23 โดยมีค่าประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสง 0.0974 mg $cm^{-2}day^{-1}$ซึ่งมีค่าการกระจายตัวของใบในทรงพุ่มไม่ต่างกับสายพันธุ์ KU20 และ KU06 ซึ่งมีค่า 0.0791 และ 0.0658 ตามลำดับ แต่มีค่าประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงสูงกว่าสายพันธุ์อื่นๆในกลุ่มเชื้อพันธุกรรม กลุ่มเชื้อพันธุกรรมคีนัวทั้ง 24 สายพันธุ์ มีค่าประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงเฉลี่ย 0.0430 mg $cm^{-2}day^{-1}$

2.8 ค่าการสะสมน้ำหนักแห้งต่อพื้นที่ (Crop Growth Rate, mg $cm^{-2}day^{-1}$)

ค่าการสะสมน้ำหนักแห้งต่อพื้นที่ของคีนัว 24 สายพันธุ์ แสดงดังตารางที่ 8 จากตารางพบว่า ค่าการสะสมน้ำหนักแห้งต่อพื้นที่ของพืชอายุ 45 วัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ทั้งนี้กลุ่มเชื้อพันธุกรรมคีนัวทั้ง 24 สายพันธุ์ มีค่าการสะสมน้ำหนักแห้งต่อพื้นที่เฉลี่ย 0.0235 mg $cm^{-2}day^{-1}$

3. การเจริญเติบโตของคีนัวที่อายุ 65 วันหลังปลูก

ตารางที่ 9: ลักษณะการเจริญเติบโตของคีนัวชั่วรุ่นที่ 3 ที่อายุ 65 วันหลังปลูก ณ สถานีเกษตรหลวงปางดะ

Line	Plant height (cm.)	Leaf greenness (spad unit)	DW (g.)	Leaf Area (cm2)	LAI	LAR (cm2g-1)	NAR (mg cm-2 day-1)	CGR (mgcm-2 day-1)
KU01	93.05bcdef	43.15gh	11.880	316.1def	0.6322def	27.96e	0.0354cdefg	0.0229
KU02	91.92cdef	44.20fgh	12.220	341.7def	0.6835def	29.76e	0.0346cdefg	0.0236
KU03	95.90bcde	47.60bcdefgh	13.327	332.1def	0.6642def	25.66e	0.0407cdef	0.0257
KU04	87.05ef	49.49abcdefg	12.608	415.4de	0.8307de	32.95de	0.0292defg	0.0242
KU05	90.17def	40.66h	11.870	298.4ef	0.5968ef	27.39e	0.0394cdefg	0.0228
KU06	94.92bcde	45.36efgh	12.999	274.6ef	0.5491ef	22.52e	0.0600bc	0.0250
KU07	91.20def	49.25abcdefg	12.191	659.3b	1.3185b	57.21bcd	0.0214efg	0.0234
KU08	98.00bcd	47.19defgh	13.361	1313.9a	2.6279a	106.25a	0.0105g	0.0258
KU09	92.37cdef	48.83bcdefg	12.466	698.1b	1.3962b	62.62bc	0.0184fg	0.0240
KU10	92.20cdef	47.73cdefgh	11.624	661.1b	1.3222b	70.86b	0.0173fg	0.0224
KU11	93.63bcdef	47.66bcdefg	12.381	319.9def	0.6398def	28.45e	0.0403 cdef	0.0238
KU12	94.00bcdef	50.21abcdef	12.038	294.8ef	0.5895ef	27.58e	0.0388cdefg	0.0231
KU13	94.97bcde	52.30abcde	11.891	259.5ef	0.5190ef	24.45e	0.0443bcdef	0.0229
KU14	100.08bcd	54.15abc	14.023	340.8def	0.6816def	24.40e	0.0410cdef	0.0271
KU15	102.30abc	54.49ab	15.300	297.0ef	0.5940ef	19.38e	0.0531bcd	0.0296
KU16	102.07abc	48.36bcdefg	13.225	383.4de	0.7667de	29.48e	0.0333cdefg	0.0256
KU17	95.22bcde	48.25bcdefg	14.101	275.8ef	0.5516ef	19.59e	0.0494bcde	0.0272
KU18	111.08a	48.35bcdefg	16.265	482.6cd	0.9653cd	29.89e	0.0328cdefg	0.0315
KU19	94.70bcde	49.89abcdefg	14.294	388.1de	0.7761de	27.51e	0.0355cdefg	0.0276
KU20	96.72bcde	48.91bcdefg	14.331	198.8f	0.3976f	14.18e	0.0729ab	0.0277
KU21	103.50ab	53.61abcd	15.089	271.1ef	0.5423ef	17.94e	0.0607abc	0.0292
KU22	94.95bcde	50.55abcdef	15.636	601.9bc	1.2038bc	39.20cde	0.0249defg	0.0302
KU23	90.88def	48.71bcdefg	12.698	204.5f	0.4090f	15.62e	0.0894a	0.0244
KU24	83.90f	56.15a	12.164	425.5de	0.8510de	34.98de	0.0274defg	0.0234
$LSD_{0.05}$	*	*	ns	*	*	*	*	ns
CV (%)	7.98	10.06	17.20	28.71	28.71	52.89	52.25	17.31

Note: * indicated significant differences at 5% probability level; ns = non-significant; CV indicated Coefficient of variation; the different letter(s) indicated the statistically significant difference by LSD at 5% level

DW = plant dry weight; LA = leaf area; LAI = leaf area index: LAR = leaf area ratio; NAR = net assimilation rate; CGR = crop growth rate

3.1 ความสูงต้น (Plant height, cm)

ความสูงต้นของคีนัว 24 กลุ่มเชื้อพันธุกรรมที่อายุต้นพืช 65 วันหลังปลูกมีความสูงต้นเฉลี่ย 95.20 เซนติเมตร โดยสายพันธุ์ KU18 มีความสูงต้น 111.08 เซนติเมตร ซึ่งสูงกว่าสายพันธุ์อื่นๆในกลุ่มเชื้อพันธุกรรม แต่มีความสูงไม่แตกต่างจากสายพันธุ์ KU21, KU15 และ KU16 ทั้งนี้ความสูงต้นของคีนัวแต่ละกลุ่มเชื้อพันธุกรรมที่อายุต้นพืช 65 วัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (ตารางที่ 9)

3.2 ค่าความเขียวใบ (Leaf greenness, spad unit)

ค่าความเขียวใบของคีนัว 24 สายพันธุ์ แสดงดังตารางที่ 9 จากตารางพบว่า ความเขียวใบที่ต้นพืชอายุ 65 วันหลังปลูก มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยสายพันธุ์ KU24 โดยมีค่าความเขียวใบ 56.15 spad unit ซึ่งสูงกว่าสายพันอื่นๆในกลุ่มเชื้อพันธุกรรม แต่มีค่าความเขียวใบไม่แตกต่างจากสายพันธุ์ KU15, KU14, KU21, KU13, KU22, KU12, KU19, KU04 และ KU07 ทั้งนี้กลุ่มเชื้อพันธุกรรมคีนัวทั้ง 24 สายพันธุ์ มีค่าความเขียวใบเฉลี่ย 48.95 spad unit

3.3 น้ำหนักแห้งต้น (Plant Dry Weight, g.)

น้ำหนักแห้งต้นทั้ง 24 สายพันธุ์ที่ 65 วัน แสดงดังตารางที่ 9 จากตารางพบว่า น้ำหนักแห้งต้นไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% โดย 24 สายพันธุ์มีค่าน้ำหนักแห้งต้นเฉลี่ย 13.249 กรัม

3.4 พื้นที่ใบ (Leaf Area, cm^2)

พื้นที่ใบของคีนัว 24 สายพันธุ์ แสดงดังตารางที่ 9 จากตารางพบว่า พื้นที่ใบที่ต้นพืชอายุ 65 วัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยสายพันธุ์ที่มีพื้นที่ใบสูงสุดคือ KU08 โดยมีพื้นที่ใบ 1,313.9 cm^2 ซึ่งมีค่าสูงกว่าสายพันธุ์อื่นๆในกลุ่มเชื้อพันธุกรรม ทั้งนี้กลุ่มเชื้อพันธุกรรมคีนัวทั้ง 24 สายพันธุ์ มีพื้นที่ใบเฉลี่ย 418.93 cm^2

3.5 ดัชนีพื้นที่ใบ (Leaf Area Index)

ดัชนีพื้นที่ใบของคีนัว 24 สายพันธุ์ แสดงดังตารางที่ 9 จากตารางพบว่า ดัชนีพื้นที่ใบที่ต้นพืชอายุ 65 วัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยสายพันธุ์ที่มีค่าดัชนีพื้นที่ใบสูงสุดคือ KU08 โดยมีค่าดัชนีพื้นที่ใบ 2.6279 ซึ่งมีค่าสูงกว่าสายพันธุ์อื่นๆในกลุ่มเชื้อพันธุกรรม ทั้งนี้กลุ่มเชื้อพันธุกรรมคีนัวทั้ง 24 สายพันธุ์ มีดัชนีพื้นที่ใบเฉลี่ย 0.8379

3.6 ค่าการกระจายตัวของใบในทรงพุ่ม (Leaf Area Ratio, cm^2g^{-1})

ค่าการกระจายตัวของใบในทรงพุ่มของคีนัว 24 สายพันธุ์ แสดงดังตารางที่ 9 จากตารางพบว่า ค่าการกระจายตัวของใบในทรงพุ่มในพืชอายุ 65 วัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยสายพันธุ์ KU08 โดยมีค่าการกระจายตัวของในทรงพุ่ม 106.25 cm^2g^{-1} ซึ่งมีค่าการกระจายตัวของใบในทรงพุ่มสูงกว่าสายพันธุ์อื่นๆในกลุ่มเชื้อพันธุกรรม ทั้งนี้กลุ่มเชื้อพันธุกรรมคีนัวทั้ง 24 สายพันธุ์ มีค่าการกระจายตัวของใบในทรงพุ่มเฉลี่ย 33.993 cm^2g^{-1}

3.7 ค่าประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสง (Net Assimilation Rate, mg $cm^{-2}day^{-1}$)

ค่าประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงของคีนัว 24 สายพันธุ์ แสดงดังตารางที่ 9 จากตารางพบว่า ค่าประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงของพืชอายุ 65 วัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยสายพันธุ์ KU23 โดยมีค่าประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสง 0.0894 mg $cm^{-2}day^{-1}$ซึ่งมีค่าประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงไม่ต่างกับสายพันธุ์ KU20 และ KU21 ซึ่งมีค่า 0.0729 และ 0.0607 mg $cm^{-2}day^{-1}$ ตามลำดับ แต่มีค่าประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงสูงกว่าสายพันธุ์อื่นๆในกลุ่มเชื้อพันธุกรรม กลุ่มเชื้อพันธุกรรมคีนัวทั้ง 24 สายพันธุ์ มีค่าประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงเฉลี่ย 0.0396 mg $cm^{-2}day^{-1}$

3.8 ค่าการสะสมน้ำหนักแห้งต่อพื้นที่ (Crop Growth Rate, mg $cm^{-2}day^{-1}$)

ค่าการสะสมน้ำหนักแห้งต่อพื้นที่ของคีนัว 24 สายพันธุ์ แสดงดังตารางที่ 9 จากตารางพบว่า ค่าการสะสมน้ำหนักแห้งต่อพื้นที่ของพืชอายุ 65 วัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ทั้งนี้กลุ่มเชื้อพันธุกรรมคีนัวทั้ง 24 สายพันธุ์ มีค่าการสะสมน้ำหนักแห้งต่อพื้นที่เฉลี่ย 0.0256 mg $cm^{-2}day^{-1}$

4. การเจริญเติบโตของคีนัวที่อายุ 110 วันหลังปลูก

ตารางที่ 10: ลักษณะการเจริญเติบโตของคีนัวชั่วรุ่นที่ 2 ที่อายุ 110 วันหลังปลูก ณ สถานีเกษตรหลวงปางดะ

Line	Plant height (cm.)	Leaf greenness (spad unit)	DW (g.)	Leaf Area (cm2)	LAI	LAR (cm2g-1)	NAR (mg cm-2 day-1)	CGR (mgcm-2 day-1)
KU01	131.68bc	23.95defg	36.811	443.9cd	0.8878cd	12.614cdef	0.0805defg	0.0727
KU02	130.25bc	23.01efg	53.476	487.4cd	0.9748cd	9.838ef	0.1113bcdefg	0.1060
KU03	129.05bcd	37.02abc	38.860	447.5cd	0.8949cd	11.927def	0.0907cdefg	0.0767
KU04	103.90f	31.69abcdef	36.333	495.1cd	0.9903cd	13.677cdef	0.0724defg	0.0717
KU05	124.55cde	30.36abcdefg	35.487	414.0cd	0.8281cd	11.881def	0.0848defg	0.0700
KU06	126.30bcd	34.74abcd	42.072	362.5cd	0.7251cd	9.668ef	0.1518bcde	0.0831
KU07	118.55e	21.89fg	39.565	844.9b	1.6898b	24.341bcd	0.0556fg	0.0782
KU08	127.03bcd	36.03abc	40.304	1706.5a	3.4131a	50.643a	0.0254g	0.0795
KU09	121.90de	32.31abcdef	39.452	945.2b	1.8903b	25.218bc	0.0453fg	0.0779
KU10	129.05bcd	28.95abcdefg	38.288	928.0b	1.8560b	28.917b	0.0421fg	0.0756
KU11	126.55bcd	39.68a	43.941	433.0cd	0.8660cd	10.325ef	0.1071bcdefg	0.0869
KU12	131.03bc	29.57abcdefg	41.122	410.4cd	0.8207cd	10.853ef	0.0990bcdefg	0.0813
KU13	128.90bcd	20.05g	37.474	352.3cd	0.7046cd	10.769ef	0.1053bcdefg	0.0740
KU14	127.40bcd	27.91bcdefg	55.704	441.9cd	0.8839cd	8.141f	0.1233bcdef	0.1103
KU15	129.45bc	31.96abcdef	58.788	373.7cd	0.7475cd	6.525f	0.1633abcd	0.1164
KU16	124.63cde	39.26a	43.162	472.8cd	0.9457cd	11.565ef	0.0889cdefg	0.0853
KU17	127.43bcd	27.33cdefg	46.528	368.8cd	0.7376cd	8.461ef	0.1246bcdef	0.0919
KU18	128.07bcd	31.02abcdefg	55.871	560.1c	1.1201c	10.848ef	0.0978bcdefg	0.1104
KU19	127.05bcd	39.14ab	42.937	522.6cd	1.0452cd	12.860cdef	0.0817defg	0.0847
KU20	144.63a	33.55abcde	53.097	294.1d	0.5882d	5.775f	0.1825ab	0.1050
KU21	127.40bcd	26.89cdefg	53.362	336.8cd	0.6737cd	6.641f	0.1801abc	0.1055
KU22	125.70bcde	34.17abcde	48.137	799.5b	1.5989cd	20.908bcde	0.0573fg	0.0950
KU23	132.40b	32.27abcdef	45.016	292.1d	0.5842d	6.812f	0.2457a	0.0890
KU24	100.00f	37.80abc	36.199	507.2cd	1.0144cd	14.011cdef	0.0704efg	0.0714
$LSD_{0.05}$	*	*	ns	*	*	*	*	ns
CV (%)	4.10	25.70	26.57	29.75	29.75	62.58	62.51	26.81

Note: * indicated significant differences at 5% probability level; ns = non-significant; CV indicated Coefficient of variation; the different letter(s) indicated the statistically significant difference by LSD at 5% level

DW = plant dry weight; LA = leaf area; LAI = leaf area index: LAR = leaf area ratio; NAR = net assimilation rate; CGR = crop growth rate

4.1 ความสูงต้น (Plant height, cm)

ความสูงต้นของคีนัว 24 กลุ่มเชื้อพันธุกรรมที่อายุต้นพืช 110 วันหลังปลูกมีความสูงต้นเฉลี่ย 125.95 เซนติเมตร โดยสายพันธุ์ที่มีความสูงต้นสูงที่สุดคือ KU20 มีความสูงต้น 144.63 เซนติเมตร และสายพันธุ์ที่มีความสูงต้นต่ำที่สุดคือ KU04 และ KU24 มีความสูง 103.90 และ 100.00 เซนติเมตร ตามลำดับ ทั้งนี้ความสูงต้นคีนัวในแต่ละกลุ่มเชื้อพันธุกรรมที่อายุต้นพืช 110 วัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (ตารางที่ 10)

4.2 ค่าความเขียวใบ (Leaf greenness, spad unit)

ค่าความเขียวใบของคีนัว 24 สายพันธุ์ แสดงดังตารางที่ 10 จากตารางพบว่า ความเขียวใบที่ต้นพืชอายุ 110 วันหลังปลูก มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยสายพันธุ์ที่ KU11 และ KU16 โดยมีค่าความเขียวใบ 39.68 และ 39.23 spad unit ตามลำดับ ซึ่งมีค่าความเขียวใบสูงกว่าสายพันธุ์ KU17, KU21, KU01, KU02, KU07 แต่ไม่แตกต่างจากสายพันธุ์อื่นๆในกลุ่มเชื้อพันธุกรรม ทั้งนี้กลุ่มเชื้อพันธุกรรมคีนัวทั้ง 24 สายพันธุ์ มีค่าความเขียวใบเฉลี่ย 31.272 spad unit

4.3 น้ำหนักแห้งต้น (Plant Dry Weight, g.)

น้ำหนักแห้งต้นทั้ง 24 สายพันธุ์ที่ 110 วัน แสดงดังตารางที่ 10 จากตารางพบว่า น้ำหนักแห้งต้นไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% โดย 24 สายพันธุ์มีค่าน้ำหนักแห้งต้นเฉลี่ย 44.249 กรัม

4.4 พื้นที่ใบ (Leaf Area, cm^2)

พื้นที่ใบของคีนัว 24 สายพันธุ์ แสดงดังตารางที่ 10 จากตารางพบว่า พื้นที่ใบที่ต้นพืชอายุ 110 วัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยสายพันธุ์ที่มีพื้นที่ใบสูงสุดคือ KU08 โดยมีพื้นที่ใบ 1,706.5 cm^2 ซึ่งมีค่าสูงกว่าสายพันธุ์อื่นๆในกลุ่มเชื้อพันธุกรรม ทั้งนี้กลุ่มเชื้อพันธุกรรมคีนัวทั้ง 24 สายพันธุ์ มีพื้นที่ใบเฉลี่ย 551.68 cm^2

4.5 ดัชนีพื้นที่ใบ (Leaf Area Index)

ดัชนีพื้นที่ใบของคีนัว 24 สายพันธุ์ แสดงดังตารางที่ 10 จากตารางพบว่า ดัชนีพื้นที่ใบที่ต้นพืชอายุ 110 วัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยสายพันธุ์ที่มีค่าดัชนีพื้นที่ใบสูงสุดคือ KU08 โดยมีค่าดัชนีพื้นที่ใบ 3.4134 ซึ่งมีค่าสูงกว่าสายพันธุ์อื่นๆในกลุ่มเชื้อพันธุกรรม ทั้งนี้กลุ่มเชื้อพันธุกรรมคีนัวทั้ง 24 สายพันธุ์ มีดัชนีพื้นที่ใบเฉลี่ย 1.1034

4.6 ค่าการกระจายตัวของใบในทรงพุ่ม (Leaf Area Ratio, cm^2g^{-1})

ค่าการกระจายตัวของใบในทรงพุ่มของคีนัว 24 สายพันธุ์ แสดงดังตารางที่ 10 จากตารางพบว่า ค่าการกระจายตัวของใบในทรงพุ่มในพืชอายุ 110 วัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยสายพันธุ์ KU08 โดยมีค่าการกระจายตัวของใบในทรงพุ่ม 50.643 cm^2g^{-1} ซึ่งมีค่าการกระจายตัวของใบในทรงพุ่มสูงกว่าสายพันธุ์อื่นๆในกลุ่มเชื้อพันธุกรรม ทั้งนี้กลุ่มเชื้อพันธุกรรมคีนัวทั้ง 24 สายพันธุ์ มีค่าการกระจายตัวของใบในทรงพุ่มเฉลี่ย 14.301 cm^2g^{-1}

4.7 ค่าประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสง (Net Assimilation Rate, mg $cm^{-2}day^{-1}$)

ค่าประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงของคีนัว 24 สายพันธุ์ แสดงดังตารางที่ 10 จากตารางพบว่า ค่าประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงของพืชอายุ 110 วัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยสายพันธุ์ KU23 โดยมีค่าประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสง 0.2457 mg $cm^{-2}day^{-1}$ซึ่งมีค่าประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงไม่ต่างกับสายพันธุ์ KU20, KU21 และ KU15 ซึ่งมีค่า 0.1825, 0.1825, 0.1801 และ 0.1633 mg $cm^{-2}day^{-1}$ ตามลำดับ แต่มีค่าประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงสูงกว่าสายพันธุ์อื่นๆในกลุ่มเชื้อพันธุกรรม กลุ่มเชื้อพันธุกรรมคีนัวทั้ง 24 สายพันธุ์ มีค่าประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงเฉลี่ย 0.1036 mg $cm^{-2}day^{-1}$

4.8 ค่าการสะสมน้ำหนักแห้งต่อพื้นที่ (Crop Growth Rate, mg $cm^{-2}day^{-1}$)

ค่าการสะสมน้ำหนักแห้งต่อพื้นที่ของคีนัว 24 สายพันธุ์ แสดงดังตารางที่ 10 จากตารางพบว่า ค่าการสะสมน้ำหนักแห้งต่อพื้นที่ของพืชอายุ 110 วัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ทั้งนี้กลุ่มเชื้อพันธุกรรมคีนัวทั้ง 24 สายพันธุ์ มีค่าการสะสมน้ำหนักแห้งต่อพื้นที่เฉลี่ย 0.0874 mg $cm^{-2}day^{-1}$

5. ดัชนีเก็บเกี่ยว ผลผลิต ผลผลิตต่อพื้นที่

ตารางที่ 11 : ดัชนีเก็บเกี่ยวและองค์ประกอบผลผลิตของคีนัวชั่วรุ่นที่ 3 ณ สถานีวิจัยปางดะ

Line	HI	Yield (g./plant)	Yield/area (kg./rai)
KU01	54.474	19.631	510.0defg
KU02	66.651	35.588	785.0abcd
KU03	52.848	20.460	531.3cdefg
KU04	56.424	20.545	440.0fgh
KU05	48.357	18.223	360.0gh
KU06	55.764	23.753	607.5cdefg
KU07	56.514	22.654	530.0cdefg
KU08	51.418	22.213	507.5defg
KU09	57.002	22.559	485.0efgh
KU10	55.420	21.284	465.0efgh
KU11	59.102	26.079	615.0cdefg
KU12	57.230	23.488	566.2cdefg
KU13	53.462	20.240	483.8efgh
KU14	63.483	36.915	1036.2a
KU15	64.867	38.622	817.5abc
KU16	58.785	25.937	643.8cdefg
KU17	54.687	26.823	691.3bcdef
KU18	61.353	36.223	951.2ab
KU19	50.886	22.830	535.0cdefg
KU20	56.263	30.526	595.0cdefg
KU21	62.179	33.974	756.2abcde
KU22	44.959	26.366	386.3gh
KU23	55.889	25.465	473.3efgh
KU24	58.157	21.053	200.0h
$LSD_{0.05}$	ns	ns	*582.17
CV (%)	17.81	40.90	35.82

Note: * indicated significant differences at 5% probability level; ns = non-significant; CV indicated Coefficient of variation; the different letter(s) indicated the statistically significant difference by LSD at 5% level, HI = Harvest index

5.1 ดัชนีการเก็บเกี่ยว (Harvesting Index)

ค่าดัชนีการเก็บเกี่ยวของคีนัว 24 สายพันธุ์ แสดงดังตารางที่ 11 จากตารางพบว่า ค่าดัชนีการเก็บเกี่ยวของพืชอายุ 110 วัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ทั้งนี้กลุ่มเชื้อพันธุกรรมคีนัวทั้ง 24 สายพันธุ์ มีค่าดัชนีการเก็บเกี่ยวเฉลี่ย 56.507

5.2 ผลผลิตต่อต้น (Yield, g. plant^{-1})

ผลผลิตต่อต้นของคีนัว 24 สายพันธุ์ แสดงดังตารางที่ 11 จากตารางพบว่า ผลผลิตต่อต้นของพืชอายุ 110 วัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ทั้งนี้กลุ่มเชื้อพันธุกรรมคีนัวทั้ง 24 สายพันธุ์ มีผลผลิตต่อต้นเฉลี่ย 25.894 กรัมต่อต้น

5.3 ผลผลิตต่อพื้นที่ (Yield, g. rai^{-1})

ผลผลิตต่อพื้นที่ของคีนัว 24 สายพันธุ์ แสดงดังตารางที่ 11 จากตารางพบว่า ค่าดัชนีการเก็บเกี่ยวของพืชอายุ 110 วัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยสายพันธุ์ KU14 มีผลผลิตต่อพื้นที่ 1,036.3 กรัมต่อไร่ ซึ่งมีผลผลิตต่อพื้นที่ซึ่งไม่ต่างกับสายพันธุ์ KU18, KU15, KU02 และ KU21 ซึ่งมีค่า 951.3, 817.5, 785.0 และ 756.3 กรัมต่อไร่ ตามลำดับทั้งนี้กลุ่มเชื้อพันธุกรรมคีนัวทั้ง 24 สายพันธุ์มีผลผลิตต่อพื้นที่เฉลี่ย 582.17 กรัมต่อไร่

ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงพระบาทห้วยต้ม

1. การเจริญเติบโตของคีนัวที่อายุ 25 วันหลังปลูก

<u>ตารางที่ 12:</u> ลักษณะการเจริญเติบโตของคีนัวชั่วรุ่นที่ 3 ที่อายุ 25 วันหลังปลูก ณ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงพระบาทห้วยต้ม

Line	Plant height (cm.)	Leaf greenness (spad unit)	DW (g.)	Leaf Area (cm2)	LAI	LAR (cm2g-1)	NAR (mg cm-2 day-1)	CGR (mgcm-2 day-1)
KU01	12.80cdefg	35.43	1.0750	49.79cdef	0.0996cdef	46.329bcd	8.75E-04cdef	8.63E-05efgh
KU02	14.28abcde	34.00	1.1176	48.55defg	0.0971defg	43.969bcde	1.14E-03bcdef	8.95E-05defgh
KU03	15.18abc	34.05	1.2869	34.00efghi	0.0680efghi	23.649efg	2.50E-03 bcdef	1.03E-04abcdef
KU04	12.43defg	35.08	1.3277	27.99fghi	0.0560fghi	21.451fg	2.19E-03 bcdef	1.06E-04abcde
KU05	12.60defg	36.13	1.2109	37.16efghi	0.0743efghi	30.256cdefg	1.51E-03 bcdef	9.70E-05bcdefg
KU06	16.08a	32.38	1.4473	67.27bcd	0.1345bcd	47.590bcd	1.09E-03 bcdef	1.16E-04ab
KU07	15.73ab	35.33	1.3727	75.07bc	0.1501bc	53.840b	8.05E-04def	1.10E-04abcd
KU08	13.40bcdefg	36.88	1.3895	109.62a	0.2192a	79.674a	5.37E-04ef	1.11E-04abcd
KU09	14.70abcd	34.63	1.2041	91.31ab	0.1826ab	76.223a	5.30E-04f	9.63E-05bcdefgh
KU10	14.03abcdef	35.40	1.1546	57.86cde	0.1157cde	52.575b	9.83E-04cdef	9.25E-05cdefgh
KU11	14.78abcd	35.50	1.1737	31.29fghi	0.0626fghi	27.040defg	2.07E-03 bcdef	9.38E-05bcdefgh
KU12	14.58abcd	33.95	1.3570	32.61efghi	0.0652efghi	24.777efg	1.79E-03 bcdef	1.08E-04abcde
KU13	14.30abcde	32.10	1.2531	43.11defgh	0.0862defgh	35.634bcdef	1.24E-03 bcdef	1.00E-04abcdefg
KU14	14.50abcd	34.28	1.5283	37.45efghi	0.0749efghi	24.638efg	1.70E-03 bcdef	1.22E-04a
KU15	13.10cdefg	36.05	1.2762	15.94i	0.0319i	12.545g	3.20E-03bcd	1.02E-04abcdef
KU16	15.93a	36.98	1.4350	26.46fghi	0.0529fghi	18.301fg	2.40E-03 bcdef	1.14E-04abc
KU17	13.30bcdefg	35.85	1.3598	23.28ghi	0.0466ghi	17.577fg	2.71E-03 bcdef	1.08E-04abcde
KU18	13.30bcdefg	34.58	1.1347	13.76i	0.0275i	11.647g	8.50E-03a	9.07E-05defgh
KU19	12.58defg	37.48	1.3679	24.00fghi	0.0480fghi	17.470fg	2.36E-03 bcdef	1.09E-04abcde
KU20	13.68abcdef	34.68	1.1461	18.16hi	0.0363hi	15.317fg	3.44E-03bc	9.18E-05cdefgh
KU21	11.88efg	37.38	1.1106	14.38i	0.0288i	13.278g	3.09E-03bcde	8.90E-05defgh
KU22	11.58fg	37.63	0.9748	31.46fghi	0.0629fghi	31.423cdefg	1.40E-03 bcdef	7.80E-05gh
KU23	10.93g	37.50	1.0016	12.07i	0.0241i	13.357g	3.65E-03b	8.00E-05fgh
KU24	8.00h	33.90	0.9148	45.11defg	0.0902defg	49.812bc	8.31E-04def	7.30E-05h
$LSD_{0.05}$	*	ns	ns	*	*	*	*	*
CV (%)	13.26	7.49	16.86	45.46	45.46	45.41	86.26	16.83

Note: * indicated significant differences at 5% probability level; ns = non-significant; CV indicated Coefficient of variation; the different letter(s) indicated the statistically significant difference by LSD at 5% level

DW = plant dry weight; LA = leaf area; LAI = leaf area index: LAR = leaf area ratio; NAR = net assimilation rate; CGR = crop growth rate

1.1 ความสูงต้น (Plant height, cm)

คีนัวทั้ง 24 กลุ่มเชื้อพันธุกรรมมีความสูงต้นเฉลี่ย 13.48 เซนติเมตร ที่ต้นพืชอายุ 25 วันหลังปลูก โดยสายพันธุ์ KU06 และ KU16 มีความสูงต้น 16.08 และ 15.93 เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าสายพันธุ์ KU08, KU17, KU18, KU15, KU01, KU05, KU19, KU04, KU21, KU22, KU23 และ KU24 แต่ไม่แตกต่างกับสายพันธุ์อื่นๆในกลุ่มเชื้อพันธุกรรม ทั้งนี้ความสูงต้นของคีนัวแต่ละกลุ่มเชื้อพันธุกรรมที่อายุต้นพืช 25 วัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (ตารางที่ 12)

1.2 ค่าความเขียวใบ (Leaf greenness, spad unit)

ค่าความเขียวใบของคีนัว 24 สายพันธุ์ แสดงดังตารางที่ 12 จากตารางพบว่า ความเขียวใบที่ต้นพืชอายุ 25 วัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ทั้งนี้กลุ่มเชื้อพันธุกรรมคีนัวทั้ง 24 สายพันธุ์ มีค่าความเขียวใบเฉลี่ย 35.30 spad unit

1.3 น้ำหนักแห้งต้น (Plant Dry Weight, g.)

น้ำหนักแห้งต้นทั้ง 24 สายพันธุ์ที่ 25 วัน แสดงดังตารางที่ 12 จากตารางพบว่า น้ำหนักแห้งต้นไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% โดย 24 สายพันธุ์มีค่าน้ำหนักแห้งต้นเฉลี่ย 1.1816 กรัม

1.4 พื้นที่ใบ (Leaf Area, cm^2)

พื้นที่ใบของคีนัว 24 สายพันธุ์ แสดงดังตารางที่ 12 จากตารางพบว่า พื้นที่ใบที่ต้นพืชอายุ 25 วัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยสายพันธุ์ KU08 โดยมีพื้นที่ใบ 109.62 cm^2 ซึ่งมีพื้นที่ใบสูงกว่าสายพันธุ์อื่นๆในกลุ่มเชื้อพันธุกรรม แต่ไม่ต่างจาก KU09 ซึ่งมีพื้นที่ใบ 91.31 cm^2 ทั้งนี้กลุ่มเชื้อพันธุกรรมคีนัวทั้ง 24 สายพันธุ์มีพื้นที่ใบเฉลี่ย 40.320 cm^2

1.5 ดัชนีพื้นที่ใบ (Leaf Area Index)

ดัชนีพื้นที่ใบของคีนัว 24 สายพันธุ์ แสดงดังตารางที่ 12 จากตารางพบว่า ดัชนีพื้นที่ใบที่ต้นพืชอายุ 25 วัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยสายพันธุ์ KU08 โดยมีค่าดัชนีพื้นที่ใบ 0.2192 ซึ่งมีค่าดัชนีพื้นที่ใบสูงกว่าสายพันธุ์อื่นๆในกลุ่มเชื้อพันธุกรรม แต่ไม่ต่างจาก KU09 ซึ่งมีค่าดัชนีพื้นที่ใบ 0.1826 แต่ต่างจากสายพันธุ์อื่นๆในกลุ่มเชื้อพันธุกรรม ทั้งนี้กลุ่มเชื้อพันธุกรรมคีนัวทั้ง 24 สายพันธุ์มีค่าดัชนีพื้นที่ใบเฉลี่ย 0.0806

1.6 ค่าการกระจายตัวของใบในทรงพุ่ม (Leaf Area Ratio, cm^2g^{-1})

ค่าการกระจายตัวของใบในทรงพุ่มของคีนัว 24 สายพันธุ์ แสดงดังตารางที่ 12 จากตารางพบว่า ค่าการกระจายตัวของใบในทรงพุ่มในพืชอายุ 25 วัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยสายพันธุ์ KU08 และ KU09 โดยมีค่าการกระจายตัวของใบในทรงพุ่ม 79.674 และ 76.223 cm^2g^{-1} ซึ่งมีค่าการกระจายตัวของใบในทรงพุ่มสูงกว่าสายพันธุ์อื่นๆในกลุ่มเชื้อพันธุกรรม ทั้งนี้กลุ่มเชื้อพันธุกรรมคีนัวทั้ง 24 สายพันธุ์ มีค่าการกระจายตัวของใบในทรงพุ่มเฉลี่ย 32.849 cm^2g^{-1}

1.7 ค่าประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสง (Net Assimilation Rate, mg $cm^{-2}day^{-1}$)

ค่าประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงของคีนัว 24 สายพันธุ์ แสดงดังตารางที่ 12 จากตารางพบว่า ค่าประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงของพืชอายุ 25 วัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยสายพันธุ์ KU18 มีค่าประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงสูงสุด 8.50E-03 mg $cm^{-2}day^{-1}$ซึ่งมีค่าประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงต่างกับสายอื่นๆในกลุ่มเชื้อพันธุกรรม กลุ่มเชื้อพันธุกรรมคีนัวทั้ง 24 สายพันธุ์ มีค่าประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงเฉลี่ย 0.0532 mg $cm^{-2}day^{-1}$

1.8 ค่าการสะสมน้ำหนักแห้งต่อพื้นที่ (Crop Growth Rate, mg $cm^{-2}day^{-1}$)

ค่าการสะสมน้ำหนักแห้งต่อพื้นที่ของคีนัว 24 สายพันธุ์ แสดงดังตารางที่ 12 จากตารางพบว่า ค่าการสะสมน้ำหนักแห้งต่อพื้นที่ของพืชอายุ 25 วัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยสายพันธุ์ KU14 มีค่าการสะสมน้ำหนักแห้งต่อพื้นที่ 1.22E-04 mg $cm^{-2}day^{-1}$ ซึ่งมีค่าการสะสมน้ำหนักแห้งต่อพื้นที่ไม่ต่างกับสายพันธุ์ KU06, KU16, KU08, KU07, KU19, KU17, KU12, KU04, KU15 และ KU13 ซึ่งมีค่า 1.16 E-04, 1.14 E-04, 1.11 E-04, 1.10 E-04, 1.09 E-04, 1.08 E-04, 1.08 E-04, 1.06 E-04, 1.03 E-04,1.02 E-04 และ 1.00 E-04 mg $cm^{-2}day^{-1}$ ตามลำดับ แต่สูงกว่าสายพันธุ์อื่นๆในกลุ่มเชื้อพันธุกรรม ทั้งนี้กลุ่มเชื้อพันธุกรรมคีนัวทั้ง 24 สายพันธุ์ มีค่าการสะสมน้ำหนักแห้งต่อพื้นที่เฉลี่ย 9.88E-05 mg $cm^{-2}day^{-1}$

2 การเจริญเติบโตของคีนัวที่อายุ 45 วันหลังปลูก

ตารางที่ 13: ลักษณะการเจริญเติบโตของคีนัวชั่วรุ่นที่ 3 ที่อายุ 45 วันหลังปลูก ณ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงพระบาทห้วยต้ม

Line	Plant height (cm.)	Leaf greenness (spad unit)	DW (g.)	Leaf Area (cm2)	LAI	LAR (cm2g-1)	NAR (mg cm-2 day-1)	CGR (mgcm-2 day-1)
KU01	69.43	46.93cdefg	5.9416	272.78cdef	0.5456cdef	46.749bcd	0.0214def	0.0118
KU02	60.25	46.28efg	5.4945	183.01efgh	0.3660efgh	38.760cdef	0.0320cdef	0.0109
KU03	69.78	51.83abc	6.0844	160.09 efgh	0.3202efgh	24.718efgh	0.0669bcdef	0.0120
KU04	64.10	37.23hi	6.8494	152.82 efgh	0.3056efgh	21.556fgh	0.0530bcdef	0.0136
KU05	61.25	42.58g	6.1317	167.22 efgh	0.3344efgh	28.762defgh	0.0389bcdef	0.0121
KU06	69.78	44.75efg	6.9740	325.29bcd	0.6506bcd	43.636bcde	0.0298cdef	0.0138
KU07	62.98	42.28gh	6.4999	291.12cde	0.5822cde	47.076bcd	0.0244cdef	0.0129
KU08	63.88	36.10i	6.2510	542.43a	1.0849a	84.390a	0.0124f	0.0124
KU09	72.43	48.33abcde	6.9289	451.31ab	0.9026ab	64.519ab	0.0155ef	0.0137
KU10	64.10	47.80bcdef	5.7426	251.82cdefg	0.5036cdefg	54.027bc	0.0261cdef	0.0114
KU11	66.60	49.13abcde	6.0759	149.20fgh	0.2984fgh	24.096efgh	0.0594bcdef	0.0120
KU12	65.88	51.58abcd	6.0842	146.89fgh	0.2938fgh	25.171efgh	0.0439bcdef	0.0120
KU13	68.48	52.15ab	6.4750	204.59defgh	0.4092defgh	32.796cdefg	0.0335cdef	0.0128
KU14	67.08	42.83fg	7.3745	175.40 efgh	0.3508efgh	24.436efgh	0.0429bcdef	0.0146
KU15	64.68	48.60abcde	6.7330	76.45h	0.1529h	11.343h	0.0874 bcd	0.0133
KU16	65.03	46.50defg	6.0807	106.26h	0.2125h	18.105fgh	0.0604 bcdef	0.0120
KU17	68.03	48.48abcde	6.9895	119.28gh	0.2386gh	16.785gh	0.0643 bcdef	0.0138
KU18	67.73	52.30ab	6.1657	79.38h	0.1588h	11.470gh	0.2212a	0.0122
KU19	66.98	51.93abc	7.4483	128.76gh	0.2575gh	17.263gh	0.0588bcdef	0.0148
KU20	69.38	49.08abcde	6.1150	91.63h	0.1833h	14.765gh	0.0916bc	0.0121
KU21	65.03	49.73abcde	6.5908	79.61h	0.1592h	12.192gh	0.0831bcde	0.0131
KU22	69.10	48.20abcde	7.7566	203.16defgh	0.4063defgh	24.205efgh	0.0431bcdef	0.0154
KU23	68.53	53.03a	7.0420	76.92h	0.1538h	11.677gh	0.1028b	0.0140
KU24	66.63	52.75ab	8.6073	384.44bc	0.7689bc	43.997bcde	0.0232def	0.0171
$LSD_{0.05}$	ns	*	ns	*	*	*	*	ns
CV (%)	8.96	7.67	21.72	50.06	50.06	49.16	86.41	21.86

Note: * indicated significant differences at 5% probability level; ns = non-significant; CV indicated Coefficient of variation; the different letter(s) indicated the statistically significant difference by LSD at 5% level

DW = plant dry weight; LA = leaf area; LAI = leaf area index: LAR = leaf area ratio; NAR = net assimilation rate; CGR = crop growth rate

2.1 ความสูงต้น (Plant height, cm)

คีนัวทั้ง 24 กลุ่มเชื้อพันธุกรรมมีความสูงต้นเฉลี่ย 66.52 เซนติเมตร ที่ต้นพืชอายุ 45 วันหลังปลูก ทั้งนี้ความสูงต้นของคีนัวแต่ละกลุ่มเชื้อพันธุกรรมที่อายุต้นพืช 45 วันหลังปลูก ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (ตารางที่ 13)

2.2 ค่าความเขียวใบ (Leaf greenness, spad unit)

ค่าความเขียวใบของคีนัว 24 สายพันธุ์ แสดงดังตารางที่ 13 จากตารางพบว่า ความเขียวใบที่ต้นพืชอายุ 45 วันหลังปลูก มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยสายพันธุ์ที่มีค่าความเขียวใบสูง คือ KU23 โดยมีค่าความเขียวใบ 53.03 spad unit ซึ่งสูงกว่า KU10, KU01, KU16, KU02, KU06, KU14, KU05, KU07, KU04 และ KU08 แต่ไม่แตกต่างจากสายพันธุ์อื่นๆในกลุ่มเชื้อพันธุกรรม ทั้งนี้กลุ่มเชื้อพันธุกรรมคีนัวทั้ง 24 สายพันธุ์ มีค่าความเขียวใบเฉลี่ย 47.51 spad unit

2.3 น้ำหนักแห้งต้น (Plant Dry Weight, g.)

น้ำหนักแห้งต้นทั้ง 24 สายพันธุ์ที่ 45 วัน แสดงดังตารางที่ 13 จากตารางพบว่า น้ำหนักแห้งต้นไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% โดย 24 สายพันธุ์มีค่าน้ำหนักแห้งต้นเฉลี่ย 6.6015 กรัม

2.4 พื้นที่ใบ (Leaf Area, cm^2)

พื้นที่ใบของคีนัว 24 สายพันธุ์ แสดงดังตารางที่ 13 จากตารางพบว่า พื้นที่ใบที่ต้นพืชอายุ 45 วัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยสายพันธุ์ที่มีพื้นที่ใบสูงสุดคือ KU08 โดยมีพื้นที่ใบ 542.43 cm^2 ไม่ต่างกับสายพันธุ์ KU09 ที่มีพื้นที่ใบ 451.31 cm^2 แต่มีค่าสูงกว่าสายพันธุ์อื่นๆในกลุ่มเชื้อพันธุกรรม ทั้งนี้กลุ่มเชื้อพันธุกรรมคีนัวทั้ง 24 สายพันธุ์ มีพื้นที่ใบเฉลี่ย 200.83 cm^2

2.5 ดัชนีพื้นที่ใบ (Leaf Area Index)

ดัชนีพื้นที่ใบของคีนัว 24 สายพันธุ์ แสดงดังตารางที่ 13 จากตารางพบว่า ดัชนีพื้นที่ใบที่ต้นพืชอายุ 45 วัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยสายพันธุ์ที่มีค่าดัชนีพื้นที่ใบสูงสุดคือ KU08 โดยมีค่าดัชนีพื้นที่ใบ 1.0849 ไม่ต่างกับสายพันธุ์ KU09 ที่มีค่าดัชนีพื้นที่ใบ 0.9026 แต่มีค่าสูงกว่าสายพันธุ์อื่นๆในกลุ่มเชื้อพันธุกรรม ทั้งนี้กลุ่มเชื้อพันธุกรรมคีนัวทั้ง 24 สายพันธุ์ มีดัชนีพื้นที่ใบเฉลี่ย 0.4017

2.6 ค่าการกระจายตัวของใบในทรงพุ่ม (Leaf Area Ratio, cm^2g^{-1})

ค่าการกระจายตัวของใบในทรงพุ่มของคีนัว 24 สายพันธุ์ แสดงดังตารางที่ 13 จากตารางพบว่า ค่าการกระจายตัวของใบในทรงพุ่มในพืชอายุ 45 วัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยสายพันธุ์ที่มีค่าการกระจายตัวของใบในทรงพุ่มสูงคือ KU08 โดยมีค่าการกระจายตัวของใบในทรงพุ่ม 84.390 cm^2g^{-1} ไม่ต่างกับสายพันธุ์ KU09 ที่มีค่าการกระจายตัวของใบในทรงพุ่ม 64.519 cm^2g^{-1} แต่มีค่าสูงกว่าสายพันธุ์อื่นๆในกลุ่มเชื้อพันธุกรรม ทั้งนี้กลุ่มเชื้อพันธุกรรมคีนัวทั้ง 24 สายพันธุ์ มีค่าการกระจายตัวของใบในทรงพุ่มเฉลี่ย 30.937 cm^2g^{-1}

2.7 ค่าประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสง (Net Assimilation Rate, mg $cm^{-2}day^{-1}$)

ค่าประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงของคีนัว 24 สายพันธุ์ แสดงดังตารางที่ 8 จากตารางพบว่า ค่าประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงของพืชอายุ 45 วัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยสายพันธุ์ KU23 มีค่าประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงสูงสุด คือ 0.2212 mg $cm^{-2}day^{-1}$

ซึ่งสูงกว่าสายพันธุ์อื่นๆในกลุ่มเชื้อพันธุกรรม กลุ่มเชื้อพันธุกรรมคีนัวทั้ง 24 สายพันธุ์ มีค่าประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงเฉลี่ย 0.0557 mg $cm^{-2}day^{-1}$

2.8 ค่าการสะสมน้ำหนักแห้งต่อพื้นที่ (Crop Growth Rate, mg $cm^{-2}day^{-1}$)

ค่าการสะสมน้ำหนักแห้งต่อพื้นที่ของคีนัว 24 สายพันธุ์ แสดงดังตารางที่ 13 จากตารางพบว่า ค่าการสะสมน้ำหนักแห้งต่อพื้นที่ของพืชอายุ 45 วัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ทั้งนี้กลุ่มเชื้อพันธุกรรมคีนัวทั้ง 24 สายพันธุ์ มีค่าการสะสมน้ำหนักแห้งต่อพื้นที่เฉลี่ย 0.0131 mg $cm^{-2}day^{-1}$

3. การเจริญเติบโตของคีนัวที่อายุ 65 วันหลังปลูก

ตารางที่ 14: ลักษณะการเจริญเติบโตของคีนัวชั่วรุ่นที่ 3 ที่อายุ 65 วันหลังปลูก ณ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงพระบาทห้วยต้ม

Line	**Plant height (cm.)**	**Leaf greenness (spad unit)**	**DW (g.)**	**Leaf Area (cm2)**	**LAI**	**LAR (cm2g-1)**	**NAR (mg cm-2 day-1)**	**CGR (mgcm-2 day-1)**
KU01	82.60	47.70efgh	7.317	379.69bcd	0.7594bcd	53.007bcd	0.0184ghi	0.0142
KU02	74.80	45.63fgh	6.810	289.89cdef	0.5798cdef	43.731cdefg	0.0263efghi	0.0132
KU03	78.08	44.25gh	6.957	210.18efg	0.4204efg	28.834efgh	0.0478bcdefg	0.0134
KU04	77.08	48.40defg	8.344	200.69fg	0.4014fg	24.048gh	0.0446cdefgh	0.0161
KU05	83.95	41.68h	8.541	262.26defg	0.5245defg	31.020defgh	0.0347defghi	0.0166
KU06	86.25	47.20efgh	8.738	412.67bcd	0.8253bcd	46.832cdef	0.0259efghi	0.0169
KU07	84.85	51.20bcdef	8.891	442.09bc	0.8842bc	50.121bcde	0.0218fghi	0.0173
KU08	74.85	47.95defg	7.453	696.35a	1.3927a	95.719a	0.0110i	0.0144
KU09	75.73	48.95cdefg	7.457	536.87ab	1.0737ab	71.868b	0.0134hi	0.0144
KU10	83.43	46.30fgh	7.534	372.36bcde	0.7447bcde	58.027bc	0.0227efghi	0.0146
KU11	83.23	50.33cdefg	7.746	207.86efg	0.4157efg	26.684fgh	0.0486bcdefg	0.0150
KU12	82.25	49.60cdefg	7.735	207.78efg	0.4156efg	27.746fgh	0.0383cdefghi	0.0150
KU13	82.30	53.90abcd	7.980	274.16defg	0.5483defg	35.764defgh	0.0296efghi	0.0154
KU14	84.35	57.03ab	9.274	250.21defg	0.5004defg	27.522fgh	0.0369defghi	0.0180
KU15	85.53	54.88abc	9.041	124.71fg	0.2494fg	13.854h	0.0701bc	0.0175
KU16	99.63	52.75abcde	9.633	183.04fg	0.3661fg	19.989h	0.0529bcdef	0.0188
KU17	77.55	48.00defg	8.066	150.15fg	0.3003fg	18.827h	0.0549bcde	0.0156
KU18	94.50	49.20cdefg	8.514	119.56g	0.2391fg	14.173h	0.1132a	0.0165
KU19	90.85	49.48cdefg	10.156	198.77fg	0.3975fg	19.603h	0.0503bcdefg	0.0197
KU20	93.28	49.63cdefg	8.446	154.22fg	0.3084fg	17.997h	0.0625bcd	0.0164
KU21	81.95	57.73a	8.539	126.03fg	0.2521fg	15.010h	0.0658bcd	0.0166
KU22	82.38	53.18abcde	9.315	275.96defg	0.5519defg	28.187efgh	0.0352defghi	0.0180
KU23	81.53	54.88abc	8.498	115.89g	0.2318g	14.309h	0.0773b	0.0164
KU24	73.28	57.03ab	9.586	442.68bc	0.8854bc	46.785cdef	0.0211fghi	0.0185
$LSD_{0.05}$	ns	*	ns	*	*	*	*	ns
CV (%)	15.50	8.71	23.34	42.59	42.59	45.31	53.48	23.63

Note: * indicated significant differences at 5% probability level; ns = non-significant; CV indicated Coefficient of variation; the different letter(s) indicated the statistically significant difference by LSD at 5% level

DW = plant dry weight; LA = leaf area; LAI = leaf area index: LAR = leaf area ratio; NAR = net assimilation rate; CGR = crop growth rate

3.1 ความสูงต้น (Plant height, cm)

ความสูงต้นของคีนัวแต่ละกลุ่มเชื้อพันธุกรรมที่อายุต้นพืช 65 วันหลังปลูก ความสูงต้นของคีนัวแต่ละสายพันธุ์ที่อายุต้นพืช 65 วันหลังปลูกไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (ตารางที่ 14) โดยมีความสูงต้นเฉลี่ย 83.076 เซนติเมตร

3.2 ค่าความเขียวใบ (Leaf greenness, spad unit)

ค่าความเขียวใบของคีนัว 24 สายพันธุ์ แสดงดังตารางที่ 14 จากตารางพบว่า ความเขียวใบที่ต้นพืชอายุ 65 วันหลังปลูก มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยสายพันธุ์ที่คือ KU21 โดยมีค่าความเขียวใบ 57.73 spad unit ซึ่งมีค่าความเขียวใบสูงกว่าสายพันธุ์อื่นๆในกลุ่ม แต่มีค่าความเขียวใบไม่แตกต่างกับสายพันธุ์ KU24, KU14, KU15, KU23, KU13, KU22 และ KU16 ทั้งนี้กลุ่มเชื้อพันธุกรรมคีนัวทั้ง 24 สายพันธุ์ มีค่าความเขียวใบเฉลี่ย 50.29 spad unit

3.3 น้ำหนักแห้งต้น (Plant Dry Weight, g.)

น้ำหนักแห้งต้นทั้ง 24 สายพันธุ์ที่ 65 วัน แสดงดังตารางที่ 14 จากตารางพบว่า น้ำหนักแห้งต้นไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% โดย 24 สายพันธุ์มีค่าน้ำหนักแห้งต้นเฉลี่ย 8.3571 กรัม

3.4 พื้นที่ใบ (Leaf Area, cm^2)

พื้นที่ใบของคีนัว 24 สายพันธุ์ แสดงดังตารางที่ 14 จากตารางพบว่า พื้นที่ใบที่ต้นพืชอายุ 65 วัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยสายพันธุ์ที่มีพื้นที่ใบสูงสุดคือ KU08 โดยมีพื้นที่ใบ 696.35 cm^2 ซึ่งไม่ต่างจาก KU09 ที่มีพื้นที่ใบ 536.87 cm^2 แต่มีค่าสูงกว่าสายพันธุ์อื่นๆในกลุ่มเชื้อพันธุกรรม ทั้งนี้กลุ่มเชื้อพันธุกรรมคีนัวทั้ง 24 สายพันธุ์ มีพื้นที่ใบเฉลี่ย 276.42 cm^2

3.5 ดัชนีพื้นที่ใบ (Leaf Area Index)

ดัชนีพื้นที่ใบของคีนัว 24 สายพันธุ์ แสดงดังตารางที่ 14 จากตารางพบว่า ดัชนีพื้นที่ใบที่ต้นพืชอายุ 65 วัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยสายพันธุ์ที่มีค่าดัชนีพื้นที่ใบสูงสุดคือ KU08 โดยมีค่าดัชนีพื้นที่ใบ 1.3927 ซึ่งไม่ต่างจาก KU09 ที่มีค่าดัชนีพื้นที่ใบ 1.0737 แต่มีค่าสูงกว่าสายพันธุ์อื่นๆในกลุ่มเชื้อพันธุกรรม ทั้งนี้กลุ่มเชื้อพันธุกรรมคีนัวทั้ง 24 สายพันธุ์ มีดัชนีพื้นที่ใบเฉลี่ย 0.5527

3.6 ค่าการกระจายตัวของใบในทรงพุ่ม (Leaf Area Ratio, cm^2g^{-1})

ค่าการกระจายตัวของใบในทรงพุ่มของคีนัว 24 สายพันธุ์ แสดงดังตารางที่ 14 จากตารางพบว่า ค่าการกระจายตัวของใบในทรงพุ่มในพืชอายุ 65 วัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยสายพันธุ์ KU08 โดยมีค่าการกระจายตัวของใบในทรงพุ่มสูงสุดคือ 95.719 cm^2g^{-1} ซึ่งมีค่าการกระจายตัวของใบในทรงพุ่มสูงกว่าสายพันธุ์อื่นๆในกลุ่มเชื้อพันธุกรรม ทั้งนี้กลุ่มเชื้อพันธุกรรมคีนัวทั้ง 24 สายพันธุ์ มีค่าการกระจายตัวของใบในทรงพุ่มเฉลี่ย 34.569 cm^2g^{-1}

3.7 ค่าประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสง (Net Assimilation Rate, mg $cm^{-2}day^{-1}$)

ค่าประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงของคีนัว 24 สายพันธุ์ แสดงดังตารางที่ 14 จากตารางพบว่า ค่าประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงของพืชอายุ 65 วัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยสายพันธุ์ KU18 มีค่าประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสง 0.1132 mg $cm^{-2}day^{-1}$ มีค่าประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงสูงกว่าสายพันธุ์อื่นๆในกลุ่มเชื้อพันธุกรรม กลุ่มเชื้อพันธุกรรมคีนัวทั้ง 24 สายพันธุ์ มีค่าประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงเฉลี่ย 0.0426 mg $cm^{-2}day^{-1}$

3.8 ค่าการสะสมน้ำหนักแห้งต่อพื้นที่ (Crop Growth Rate, mg $cm^{-2}day^{-1}$)

ค่าการสะสมน้ำหนักแห้งต่อพื้นที่ของคีนัว 24 สายพันธุ์ แสดงดังตารางที่ 14 จากตารางพบว่า ค่าการสะสมน้ำหนักแห้งต่อพื้นที่ของพืชอายุ 65 วัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ทั้งนี้กลุ่มเชื้อพันธุกรรมคีนัวทั้ง 24 สายพันธุ์ มีค่าการสะสมน้ำหนักแห้งต่อพื้นที่เฉลี่ย 0.0162 mg $cm^{-2}day^{-1}$

4. การเจริญเติบโตของคีนัวที่อายุ 110 วันหลังปลูก

<u>ตารางที่ 15:</u> ลักษณะการเจริญเติบโตของคีนัวชั่วรุ่นที่ 3 ที่อายุ 110 วันหลังปลูก ณ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงพระบาทห้วยต้ม

Line	Plant height (cm.)	Leaf greenness (spad unit)	DW (g.)	Leaf Area (cm2)	LAI	LAR (cm2g-1)	NAR (mg cm-2 day-1)	CGR (mgcm-2 day-1)
KU01	115.40defgh	18.85gh	21.634cdefg	454.66cdef	0.9093cdef	21.692cde	0.0495bcd	0.0427
KU02	121.38defg	18.98gh	25.111bcdefg	398.02cdefg	0.7960cdefg	16.842defghi	0.0685bcd	0.0497
KU03	133.95bc	34.20abcd	30.703abcd	295.35defghi	0.5907defgi	10.149fehijk	0.1830bcd	0.0608
KU04	105.47h	29.10bcde	17.111fg	244.95fghi	0.4899fghi	17.474defgh	0.0979bcd	0.0336
KU05	114.57efgh	25.35defgh	21.839cdefg	323.01cdefghi	0.6460cdefghi	15.723defghij	0.0665bcd	0.0430
KU06	116.80defgh	28.40bcdefg	24.316cdefg	520.22bcd	1.0404bcd	19.834 cdef	0.0592bcd	0.0479
KU07	110.75gh	30.95abcde	29.732abcde	534.34bc	1.0687bc	19.021cdefg	0.0647bcd	0.0588
KU08	118.03defg	37.55ab	20.183cdefg	977.67a	1.9553a	50.540a	0.0222d	0.0398
KU09	113.45fgh	18.95gh	25.352abcdefg	701.35b	1.4027b	28.842bc	0.0354cd	0.0501
KU10	114.88efgh	19.08fgh	18.216efg	459.95cdef	0.9199cdef	25.264cd	0.0431bcd	0.0358
KU11	126.15bcde	30.88abcde	25.566abcdefg	273.95efghi	0.5479efghi	9.868fghijk	0.1181bcd	0.0505
KU12	117.92defg	29.25bcde	18.640defg	261.65fghi	0.5233fghi	13.928efghijk	0.0712bcd	0.0367
KU13	114.78efgh	26.93cdefg	21.857cdefg	343.48 cdefghi	0.6870cdefghi	16.872defghi	0.0673bcd	0.0431
KU14	118.88defg	29.85abcde	26.510abcdef	308.30 cdefghi	0.6166cdefghi	12.347efghijk	0.0918bcd	0.0523
KU15	125.05bcdef	28.90bcdef	27.358abcdef	148.84hi	0.2977hi	5.840jk	0.1737bcd	0.0540
KU16	118.40defg	39.45a	26.515abcdef	194.71ghi	0.3894ghi	7.549hijk	0.1496bcd	0.0523
KU17	112.77fgh	29.68abcde	22.834cdefg	195.42ghi	0.3908ghi	8.863ghijk	0.1291bcd	0.0450
KU18	152.73a	16.73h	37.502a	169.61hi	0.3392hi	4.476k	0.6509a	0.0743
KU19	122.45cdefg	31.55abcde	31.738abc	236.75fghi	0.4735fghi	7.747hijk	0.1369bcd	0.0627
KU20	134.88b	23.03efgh	30.163 abcde	178.86ghi	0.3577ghi	6.038jk	0.2489bc	0.0597
KU21	123.03bcdefg	28.66bcdefg	26.846abcdef	149.98hi	0.3000hi	6.960ijk	0.1778bcd	0.0530
KU22	127.43bcd	30.47abcde	36.691ab	369.75cdefgh	0.7395cdefgi	10.870fghijk	0.0954bcd	0.0726
KU23	122.13cdefg	28.63bcdefg	28.239abcdef	138.34i	0.2767i	5.887jk	0.2510b	0.0558
KU24	87.85i	36.60abc	13.833g	500.46bcde	1.0009bcde	36.187b	0.0270d	0.0345
$LSD_{0.05}$	*	*	*	*	*	*	*	ns
CV (%)	7.31	25.03	34.40	56.17	46.17	47.11	118.13	34.20

Note: * indicated significant differences at 5% probability level; ns = non-significant; CV indicated Coefficient of variation; the different letter(s) indicated the statistically significant difference by LSD at 5% level

DW = plant dry weight; LA = leaf area; LAI = leaf area index: LAR = leaf area ratio; NAR = net assimilation rate; CGR = crop growth rate

4.1 ความสูงต้น (Plant height, cm)

ความสูงต้นคีนัวทั้ง 24 กลุ่มเชื้อพันธุกรรม โดยสายพันธุ์ที่มีความสูงต้นสูงที่สุดคือ KU18 มีความสูงต้น 152.73 เซนติเมตร และสายพันธุ์ที่มีความสูงต้นต่ำที่สุดคือ และ KU24 มีความสูง 87.85 เซนติเมตร ทั้งนี้ความสูงต้นของคีนัวแต่ละกลุ่มเชื้อพันธุกรรมที่อายุต้นพืช 45 วันหลังปลูก มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยมีค่าเฉลี่ยความสูงต้น 119.55 เซนติเมตร

4.2 ค่าความเขียวใบ (Leaf greenness, spad unit)

ค่าความเขียวใบของคีนัว 24 สายพันธุ์ แสดงดังตารางที่ 15 จากตารางพบว่า ความเขียวใบที่ต้นพืชอายุ 110 วันหลังปลูก มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยสายพันธุ์ KU16 โดยมีค่าความเขียวใบ 39.45 spad unit ซึ่งสูงกว่าสายพันธุ์อื่นๆในกลุ่มเชื้อพันธุกรรมแต่มีค่าความเขียวใบไม่ต่างจากสายพันธุ์ KU08, KU24, KU03, KU19, KU07, KU11, KU22, KU14 และ KU17 ทั้งนี้กลุ่มเชื้อพันธุกรรมคีนัวทั้ง 24 สายพันธุ์ มีค่าความเขียวใบเฉลี่ย 28.00 spad unit

4.3 น้ำหนักแห้งต้น (Plant Dry Weight, g.)

น้ำหนักแห้งต้นทั้ง 24 สายพันธุ์ที่ 110 วัน แสดงดังตารางที่ 15 จากตารางพบว่า น้ำหนักแห้งต้นมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% โดยสายพันธุ์ KU18 โดยมีค่าความเขียวใบ 37.502 g. ซึ่งสูงกว่าสายพันธุ์อื่นๆในกลุ่มเชื้อพันธุกรรมแต่มีค่าความเขียวใบไม่ต่างจากสายพันธุ์ KU22, KU19, KU03, KU20, KU07, KU23, KU15, KU21, KU16, KU14, KU11 และ KU09 มีค่า 36.691, 31.738, 30.703, 30.163, 29.732, 28.239, 27.358, 26.846, 26.515, 26.510, 25.566 และ 25.352 ตามลำดับ ทั้งนี้ 24 สายพันธุ์มีค่าน้ำหนักแห้งต้นเฉลี่ย 25.354 กรัม

4.4 พื้นที่ใบ (Leaf Area, cm^2)

พื้นที่ใบของคีนัว 24 สายพันธุ์ แสดงดังตารางที่ 15 จากตารางพบว่า พื้นที่ใบที่ต้นพืชอายุ 110 วัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยสายพันธุ์ที่มีพื้นที่ใบสูงสุดคือ KU08 โดยมีพื้นที่ใบ 977.67 cm^2 ซึ่งมีค่าสูงกว่าสายพันธุ์อื่นๆในกลุ่มเชื้อพันธุกรรม ทั้งนี้กลุ่มเชื้อพันธุกรรมคีนัวทั้ง 24 สายพันธุ์ มีพื้นที่ใบเฉลี่ย 349.15 cm^2

4.5 ดัชนีพื้นที่ใบ (Leaf Area Index)

ดัชนีพื้นที่ใบของคีนัว 24 สายพันธุ์ แสดงดังตารางที่ 15 จากตารางพบว่า ดัชนีพื้นที่ใบที่ต้นพืชอายุ 110 วัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยสายพันธุ์ที่มีค่าดัชนีพื้นที่ใบสูงสุดคือ KU08 โดยมีค่าดัชนีพื้นที่ใบ 1.9553 ซึ่งมีค่าสูงกว่าสายพันธุ์อื่นๆในกลุ่มเชื้อพันธุกรรม ทั้งนี้กลุ่มเชื้อพันธุกรรมคีนัวทั้ง 24 สายพันธุ์ มีดัชนีพื้นที่ใบเฉลี่ย 0.6983

4.6 ค่าการกระจายตัวของใบในทรงพุ่ม (Leaf Area Ratio, cm^2g^{-1})

ค่าการกระจายตัวของใบในทรงพุ่มของคีนัว 24 สายพันธุ์ แสดงดังตารางที่ 15 จากตารางพบว่า ค่าการกระจายตัวของใบในทรงพุ่มในพืชอายุ 110 วัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยสายพันธุ์ KU08 โดยมีพื้นที่ใบ 50.540 cm^2g^{-1} ซึ่งมีค่าการกระจายตัวของใบในทรงพุ่มสูงสุด ทั้งนี้กลุ่มเชื้อพันธุกรรมคีนัวทั้ง 24 สายพันธุ์ มีค่าการกระจายตัวของใบในทรงพุ่มเฉลี่ย 15.784 cm^2g^{-1}

4.7 ค่าประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสง (Net Assimilation Rate, mg $cm^{-2}day^{-1}$)

ค่าประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงของคีนัว 24 สายพันธุ์ แสดงดังตารางที่ 15 จากตารางพบว่า ค่าประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงของพืชอายุ 110 วัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยสายพันธุ์ KU18 โดยมีค่าประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสง 0.6509 mg $cm^{-2}day^{-1}$มีค่าประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงสูงสุด กลุ่มเชื้อพันธุกรรมคีนัวทั้ง 24 สายพันธุ์ มีค่าประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงเฉลี่ย 0.1283 mg $cm^{-2}day^{-1}$

4.8 ค่าการสะสมน้ำหนักแห้งต่อพื้นที่ (Crop Growth Rate, mg $cm^{-2}day^{-1}$)

ค่าการสะสมน้ำหนักแห้งต่อพื้นที่ของคีนัว 24 สายพันธุ์ แสดงดังตารางที่ 15 จากตารางพบว่า ค่าการสะสมน้ำหนักแห้งต่อพื้นที่ของพืชอายุ 110 วัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ทั้งนี้กลุ่มเชื้อพันธุกรรมคีนัวทั้ง 24 สายพันธุ์ มีค่าการสะสมน้ำหนักแห้งต่อพื้นที่เฉลี่ย 0.0504 mg $cm^{-2}day^{-1}$

5. ดัชนีเก็บเกี่ยว ผลผลิต ผลผลิตต่อพื้นที่

<u>ตารางที่ 16:</u> ดัชนีเก็บเกี่ยวและองค์ประกอบผลผลิตของคีนัวชั่วรุ่นที่ 3 ณ สถานีวิจัยปางดะ

Line	hi	Seed/plant	yield
KU01	52.670abc	11.576cdef	495.0cdefg
KU02	50.528abc	14.631abcde	450.0cdefgh
KU03	62.029a	19.796abc	755.0abc
KU04	32.073de	6.856ef	220.0gh
KU05	40.832cde	10.938cdef	290.0gh
KU06	53.261abc	13.071bcdef	495.0cdefgh
KU07	62.761a	18.885abcd	740.0abcd
KU08	44.349bcde	9.261cdef	345.0fgh
KU09	54.533abc	14.419abcde	400.0efgh
KU10	44.112bcde	8.241def	275.0gh
KU11	53.746abc	14.501abcde	435.0defgh
KU12	41.546cde	8.079def	230.0gh
KU13	48.065abcd	11.264cdef	405.0efgh
KU14	53.833abc	14.742abcde	495.0cdefg
KU15	55.442abc	16.638abcde	405.0efgh
KU16	58.624ab	15.645abcde	700.0bcde
KU17	49.995abc	11.683cdef	535.0bcdefg
KU18	64.513a	24.482a	1025.0a
KU19	57.228abc	18.428abcd	635.0bcdef
KU20	62.917a	19.017abcd	815.0ab
KU21	49.636abc	15.279abcde	400.0efgh
KU22	56.622abc	23.473ab	405.0efgh
KU23	53.749abc	16.136abcde	415.0efgh
KU24	26.191e	2.625f	115.1h
$LSD_{0.05}$	*	*	*
CV (%)	23.29	54.82	46.97

Note: * indicated significant differences at 5% probability level; ns = non-significant; CV indicated Coefficient of variation; the different letter(s) indicated the statistically significant difference by LSD at 5% level

HI = Harvest index

5.1 ดัชนีการเก็บเกี่ยว (Harvesting Index)

ค่าดัชนีการเก็บเกี่ยวของคีนัว 24 สายพันธุ์ แสดงดังตารางที่ 11 จากตารางพบว่า ค่าดัชนีการเก็บเกี่ยวของพืชอายุ 110 วัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยสายพันธุ์ KU18, KU20, KU07 และ KU03 มีดัชนีการเก็บเกี่ยว 64.513, 62.917, 62.761 และ 62.029 กรัมต่อต้น ตามลำดับ แต่ไม่ต่างกับสายพันธุ์ KU16, KU19, KU22, KU15, KU09, KU14, KU23, KU11, KU06, KU01, KU02, KU17, KU21 และ KU13 ซึ่งมีค่า 58.624, 57.228, 56.622, 55.442, 54.533, 53.833, 53.749, 53.746, 53.261, 52.670, 50.528, 49.995, 49.636 และ 48.065 ตามลำดับ ทั้งนี้กลุ่มเชื้อพันธุกรรมคีนัวทั้ง 24 สายพันธุ์ มีค่าดัชนีการเก็บเกี่ยวเฉลี่ย 51.219

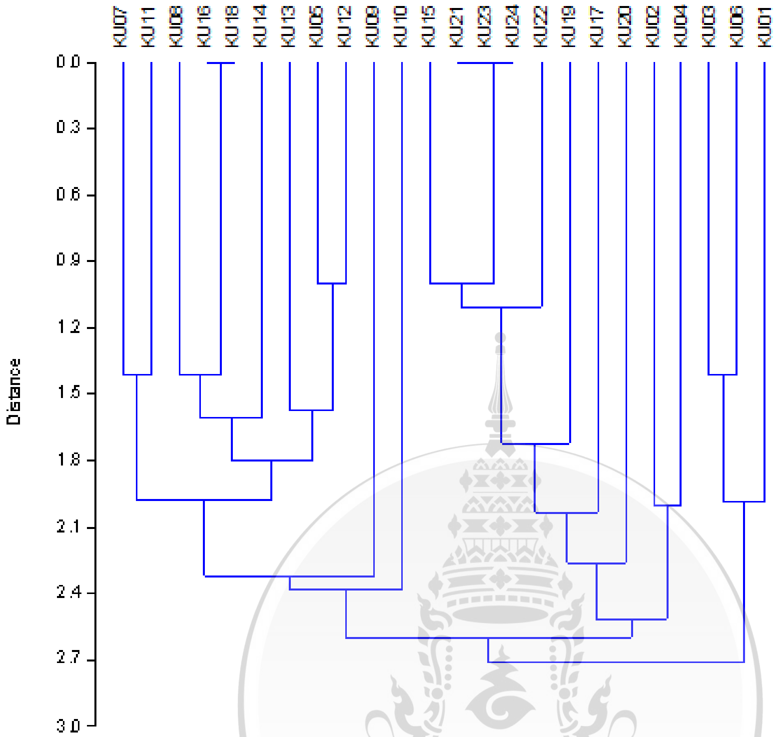
5.2 ผลผลิตต่อต้น (Yield, g. plant^{-1})

ผลผลิตต่อต้นของคีนัว 24 สายพันธุ์ แสดงดังตารางที่ 15 จากตารางพบว่า ผลผลิตต่อต้นของพืชอายุ 110 วัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยสายพันธุ์ KU18 มีผลผลิตต่อต้น 24.482 กรัมต่อต้นสูงไม่ต่างกับสายพันธุ์ KU22, KU03, KU20, KU07, KU19, KU15, KU23, KU16, KU21, KU14, KU02, KU11 และ KU09 ซึ่งมีค่า 23.473, 19.796, 19.017, 18.885, 18.428, 16.638, 15.279, 14.742, 14.631, 14.501 และ 14.419 กรัมต่อต้น ตามลำดับ แต่ต่างกับสายพันธุ์อื่นในกลุ่มเชื้อพันธุกรรม ทั้งนี้กลุ่มเชื้อพันธุกรรมคีนัวทั้ง 24 สายพันธุ์ มีผลผลิตต่อต้นเฉลี่ย 14.153 กรัมต่อต้น

5.3 ผลผลิตต่อพื้นที่ (Yield, g. rai^{-1})

ผลผลิตต่อพื้นที่ของคีนัว 24 สายพันธุ์ แสดงดังตารางที่ 15 จากตารางพบว่า ค่าดัชนีการเก็บเกี่ยวของพืชอายุ 110 วัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยสายพันธุ์ KU14 มีผลผลิตต่อพื้นที่ 1,036.3 กรัมต่อไร่ ซึ่งมีผลผลิตต่อพื้นที่ซึ่งไม่ต่างกับสายพันธุ์ KU18, KU15, KU02 และ KU21 ซึ่งมีค่า 951.3, 817.5, 785.0 และ 756.3 กรัมต่อไร่ ตามลำดับทั้งนี้กลุ่มเชื้อพันธุกรรมคีนัวทั้ง 24 สายพันธุ์ มีค่าดัชนีการเก็บเกี่ยวเฉลี่ย 582.17 กรัมต่อไร่

<u>รูปภาพ 1</u> Dendrogram แสดงความสัมพันธุ์ทางพันธุกรรม 24 สายพันธุ์คีนัว จากเทคนิค AFLP โดยใช้ UPGMA clustering



เทคนิค AFLP เป็นเทคนิคที่มีความเหมาะสมในการการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ทางพันธุกรรม ซึ่งสามารถแบ่งกลุ่มตัวอย่างได้เป็น 3 กลุ่ม โดยกลุ่มที่ 1 ประกอบด้วย KU01, KU06, และ KU03 กลุ่มที่ 2 ประกอบด้วย KU04, KU02, KU20, KU17, KU19, KU22, KU24, KU23, KU21 และ KU15 กลุ่มที่ 3 ประกอบด้วย KU10, KU09, KU12, KU05, KU13, KU14, KU18, KU16, KU08, KU11 และ KU07

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

ผลการทดลอง ณ สถานีวิจัยดอยปุยที่ 25 วัน สายพันธุ์ KU09 และ KU10 มีความสูงต้นสูงกว่าสายพันธุ์อื่นในกลุ่มเชื้อพันธุกรรม พันธุ์ Red quinoa commercial (KU24) และ KU21 มีค่าความเขียวใบสูงกว่าสายพันธุ์อื่นๆในกลุ่มเชื้อพันธุกรรม สายพันธุ์ KU10 มีน้ำหนักแห้งต้นมากที่สุด สายพันธุ์ KU10 โดยมีดัชนีพื้นที่ใบสูง สายพันธุ์ KU06 โดยมีค่าประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงสูง และสายพันธุ์ KU10 โดยมีค่าการสะสมน้ำหนักแห้งต่อพื้นที่สูง ที่ 45 วัน สายพันธุ์ที่ KU13 และ KU23 โดยมีค่าความเขียวใบมากกว่าสายพันธุ์อื่นในกลุ่มเชื้อพันธุกรรม สายพันธุ์ KU18 โดยมีค่าการกระจายตัวของใบในทรงพุ่มสูงกว่าสายพันธุ์อื่นในกลุ่มเชื้อพันธุกรรม สายพันธุ์ KU03 โดยมีค่าประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงไม่แตกต่างจาก KU06, KU05 และ KU02 แต่สูงกว่าสายพันธุ์อื่นในกลุ่มเชื้อพันธุกรรม ที่ 65 สายพันธุ์ KU14 และ KU24 มีค่าความเขียวใบไม่แตกต่างกับ KU21, KU22, KU15, KU23, KU13, KU16, KU11, KU19 และ KU17 แต่สูงกว่าสายพันธุ์อื่น สายพันธุ์ KU18 โดยมีค่าการมีค่าการกระจายตัวของใบในทรงพุ่มไม่แตกต่างจาก KU16, KU10, KU08 และ KU19 ซึ่งสูงกว่าสายพันธุ์อื่นๆในกลุ่มเชื้อพันธุกรรม สายพันธุ์ KU06 มีค่าประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงไม่แตกต่างจาก KU03, KU05 และ KU02 ซึ่งสูงกว่าสายพันธุ์อื่นๆในกลุ่มเชื้อพันธุกรรม

ที่ 110 วัน สายพันธุ์ KU18 มีความสูงมากกว่าสายพันธุ์อื่น และมีมากกว่า 10 สายพันธุ์ที่มีค่าความเขียวใบมากกว่าสายพันธุ์อื่นในกลุ่มเชื้อพันธุกรรม พันธุ์ KU15 มีน้ำหนักแห้งต้นสูงแต่ไม่แตกต่างจากสายพันธุ์ KU18, KU20, KU07, KU22, KU02, KU23 และ KU13 แต่สูงกว่าสายพันธุ์อื่น สายพันธุ์ KU08 มีค่าการกระจายตัวของใบในทรงพุ่มไม่แตกต่างจาก KU10, KU18, KU16 และ KU19 ซึ่งสูงกว่าสายพันธุ์อื่นๆในกลุ่มเชื้อพันธุกรรม สายพันธุ์ KU15 มีค่าการสะสมน้ำหนักแห้งต่อพื้นที่ไม่แตกต่างจาก KU18, KU20, KU07, KU22, KU02, KU23 และ KU13 สูงกว่าสายพันธุ์อื่นๆในกลุ่มเชื้อพันธุกรรม สายพันธุ์ KU15 มีผลผลิตต่อต้นไม่แตกต่างจาก KU18, KU20, KU07, KU22, KU02, KU13, KU24 และ KU23 ซึ่งสูงกว่าสายพันธุ์อื่นๆในกลุ่มเชื้อพันธุกรรม ณ สถานีเกษตรหลวงปางดะที่ 25 วัน สายพันธุ์ KU06 มีความสูงต้นสูงกว่าสายพันธุ์ KU18, KU03, KU05, KU16, KU21, KU20, KU02, KU23, KU19 และ KU22 แต่ไม่แตกต่างกับสายพันธุ์อื่นๆในกลุ่มเชื้อพันธุกรรม สายพันธุ์ KU23 มีค่าการกระจายตัวของใบในทรงพุ่มสูงกว่าสายพันธุ์อื่นๆในกลุ่มเชื้อพันธุกรรม สายพันธุ์ KU06 มีค่าการกระจายตัวของใบในทรงพุ่มไม่ต่างกับสายพันธุ์ KU07, KU24, KU09, KU04 และ KU11 แต่มีค่าประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงสูงกว่าสายพันธุ์อื่นๆในกลุ่มเชื้อพันธุกรรม ที่ 45 วัน โดยสายพันธุ์ที่มีค่าความเขียวใบสูงสุด คือ KU24 สายพันธุ์ที่มีพื้นที่ใบ และดัชนีพื้นที่ใบสูงสุดคือ KU08 สายพันธุ์ KU08 โดยมีค่าการกระจายตัวของใบในทรงพุ่มสูงกว่าสายพันธุ์อื่นๆในกลุ่มเชื้อพันธุกรรม โดยสายพันธุ์ KU23 มีค่าการกระจายตัวของใบในทรงพุ่มไม่ต่างกับสายพันธุ์ KU20 และ KU06 ซึ่งแต่มีค่าประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงสูงกว่าสายพันธุ์อื่นๆในกลุ่มเชื้อพันธุกรรม ที่ 65 วันโดยสายพันธุ์ KU18 มี

ความสูงต้นสูงกว่าสายพันธุ์อื่นๆในกลุ่มเชื้อพันธุกรรมแต่มีความสูงไม่แตกต่างจากสายพันธุ์ KU21, KU15 และ KU16 โดยสายพันธุ์ KU24 มีค่าความเขียวใบสูงกว่าสายพันธุ์อื่นๆในกลุ่มเชื้อพันธุกรรม แต่ไม่แตกต่างจากสายพันธุ์ KU15, KU14, KU21, KU13, KU22, KU12, KU19, KU04 และ KU07 โดยสายพันธุ์ที่มีพื้นที่ใบสูงสุด ค่าการกระจายตัวของใบในทรงพุ่มและดัชนีพื้นที่ใบคือ KU08 สูงสุด โดยสายพันธุ์ KU23 โดยมีค่าประสิทธิภาพการสังเคราะห์ไม่ต่างกับสายพันธุ์ KU20 และ KU21 แต่มีค่าประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงสูงกว่าสายพันธุ์อื่นๆในกลุ่มเชื้อพันธุกรรม ที่ 110 วัน สายพันธุ์ที่มีความสูงต้นสูงที่สุดคือ KU20 สายพันธุ์ที่มีพื้นที่ใบสูงสุด ค่าดัชนีพื้นที่ใบและค่าการกระจายตัวของใบในทรงพุ่มคือ KU08 โดยสายพันธุ์ KU23 มีค่าประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงไม่ต่างกับสายพันธุ์ KU20, KU21 และ KU15 แต่มีค่าสูงกว่าสายพันธุ์อื่นๆในกลุ่มเชื้อพันธุกรรม สายพันธุ์ KU14 มีผลผลิตต่อพื้นที่สูงไม่ต่างกับสายพันธุ์ KU18, KU15, KU02 และ KU21 และ ณ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงพระบาทห้วยต้มที่ 25 วัน สายพันธุ์ KU06 และ KU16 มีความสูงต้นสูงกว่าสายพันธุ์ KU08, KU17, KU18, KU15, KU01, KU05, KU19, KU04, KU21, KU22, KU23 และ KU24 แต่ไม่แตกต่างกับสายพันธุ์อื่นๆในกลุ่มเชื้อพันธุกรรม โดยสายพันธุ์ KU08 มีพื้นที่ใบและดัชนีพื้นที่ใบสูงกว่าสายพันธุ์อื่นๆในกลุ่มเชื้อพันธุกรรม แต่ไม่ต่างจาก KU09 แต่ต่างจากสายพันธุ์อื่นๆในกลุ่มเชื้อพันธุกรรม สายพันธุ์ KU18 มีค่าประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงสูงสุด ที่ 45 วัน โดยสายพันธุ์ที่มีค่าความเขียวใบสูง คือ KU23 สูงกว่า KU10, KU01, KU16, KU02, KU06, KU14, KU05, KU07, KU04 และ KU08 แต่ไม่แตกต่างจากสายพันธุ์อื่นๆในกลุ่มเชื้อพันธุกรรม โดยสายพันธุ์ที่มีพื้นที่ใบ ดัชนีพื้นที่ใบและค่าการกระจายตัวของใบในทรงพุ่มสูงสุดคือ KU08 ไม่ต่างกับสายพันธุ์ KU09 แต่มีค่าสูงกว่าสายพันธุ์อื่นๆในกลุ่มเชื้อพันธุกรรม และสายพันธุ์ KU23 มีค่าประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงสูงสุด ที่ 65 วัน KU21 โดยมีค่าความเขียวใบสูงกว่าสายพันธุ์อื่นๆในกลุ่ม แต่มีค่าความเขียวใบไม่แตกต่างกับสายพันธุ์ KU24, KU14, KU15, KU23, KU13, KU22 และ KU16 โดยสายพันธุ์ที่มีพื้นที่ใบและดัชนีพื้นที่ใบสูงคือ KU08 ไม่ต่างจาก KU09 แต่มีค่าสูงกว่าสายพันธุ์อื่นๆในกลุ่มเชื้อพันธุกรรม สายพันธุ์ KU08 มีค่าการกระจายตัวของใบในทรงพุ่มสูงสุด และสายพันธุ์ KU18 มีค่าประสิทธิภาพการสังเคราะห์สูงกว่าสายพันธุ์อื่นๆในกลุ่มเชื้อพันธุกรรม ที่ 110 วัน สายพันธุ์ที่มีความสูงต้นสูงสุด คือ KU18 นอกจากนี้สายพันธุ์ KU18 โดยมีค่าความเขียวใบสูงกว่าสายพันธุ์อื่นๆในกลุ่มเชื้อพันธุกรรมแต่มีค่าความเขียวใบไม่ต่างจากสายพันธุ์ KU22, KU19, KU03, KU20, KU07, KU23, KU15, KU21, KU16, KU14, KU11 และ KU09 โดยสายพันธุ์ที่มีพื้นที่ใบ ค่าการกระจายตัวของใบในทรงพุ่มและค่าดัชนีพื้นที่ใบสูงสุดคือ KU08 สายพันธุ์ KU18 โดยมีค่าประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงสูงสุด สายพันธุ์ KU18, KU20, KU07 และ KU03 มีผลผลิตต่อต้นสูง สายพันธุ์ KU18, KU20, KU07 และ KU03 มีดัชนีการเก็บเกี่ยวสูง โดยสายพันธุ์ KU18 มีผลผลิตต่อต้นสูงไม่ต่างกับสายพันธุ์ KU22, KU03, KU20, KU07, KU19, KU15, KU23, KU16, KU21, KU14, KU02, KU11 และ KU09 และ สายพันธุ์ KU14 มีผลผลิตต่อพื้นที่ซึ่งไม่ต่างกับสายพันธุ์ KU18, KU15, KU02 และ KU21 การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ทางพันธุกรรม ซึ่งสามารถ แบ่งกลุ่มตัวอย่างได้เป็น 3 กลุ่ม โดยกลุ่มที่ 1 ประกอบด้วย KU01, KU06, และ KU03

กลุ่มที่ 2 ประกอบด้วย KU04, KU02, KU20, KU17, KU19, KU22, KU24, KU23, KU21 และ KU15 กลุ่มที่ 3 ประกอบด้วย KU10, KU09, KU12, KU05, KU13, KU14, KU18, KU16, KU08, KU11 และ KU07

เอกสารอ้างอิง

เฉลิมพล แซมเพชร. 2542. **สรีรวิทยาการผลิตพืชไร่.** โครงการตำรา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

ปริญญา การสมเจตน์, ปิติพงษ์ โตบันลือภพ, นพ ตัณมุขยกุล, พัชรียา บุญกอแก้ว, ปิ่นปินัทธ์ จันทร์แหง, พีรพล แก้วสุวรรณ, ภาสกร ฟุ้งฟู, ณรงค์ชัย พิพัฒน์ธนวงศ์ และ Iván Matus T. 2557. การจัดการช่วงเวลาการเก็บเกี่ยวและอัตราการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนต่อผลผลิตและคุณภาพเมล็ดพันธุ์คีนัว. **ว. วิทย์. กษ.** 45 (พิเศษ): 93-96.

ปริญญา การสมเจตน์, ปิติพงษ์ โตบันลือภพ, นพ ตัณมุขยกุล, พัชรียา บุญกอแก้ว, ปิ่นปินัทธ์ จันทร์แหง, พีรพล แก้วสุวรรณ, ภาสกร ฟุ้งฟู, ณรงค์ชัย พิพัฒน์ธนวงศ์ และ Iván Matus T. 2557. อัตราปุ๋ยไนโตรเจนและพันธุ์ต่อการตอบสนองเชิงสรีรวิทยาและคุณภาพเมล็ดพันธุ์คีนัว. **ว. วิทย์. กษ.** 45 (พิเศษ): 481-484.

Geerts, S., D. Raes, M. Garcia, J. Vacher, R. Mamani, J. Mendoza and C. Taboada. 2008. Introducing deficit irrigation to stabilize yields of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). **Eur. J. Agron.** 28: 427-436.

ภาคผนวก

1. ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงพระบาทห้วยต้ม

ผังแปลง

	Block 1				Block 2				Block 3				Block 4			
Guard Row	KU0 1-1	KU0 9-1	KU1 7-1	ทางเดิน	KU0 1-2	KU0 2-2	KU0 3-2	คันนาทางเดิน	KU0 7-3	KU2 1-3	KU0 3-3	Guard Row	KU2 4-4	KU1 6-4	KU0 2-4	Guard Row	Guard Row
	KU0 2-1	KU1 0-1	KU1 8-1		KU0 4-2	KU0 5-2	KU0 6-2		KU1 3-3	KU1 5-3	KU1 0-3		KU2 3-4	KU1 5-4	KU0 1-4		
	KU0 3-1	KU1 1-1	KU1 9-1		KU0 7-2	KU0 8-2	KU0 9-2		KU2 3-3	KU0 5-3	KU1 9-3		KU2 2-4	KU1 4-4	KU0 5-4		
	KU0 4-1	KU1 2-1	KU2 0-1		KU1 0-2	KU1 1-2	KU1 2-2		KU1 4-3	KU1 1-3	KU1 7-3		KU2 1-4	KU1 3-4	KU0 4-4		
	KU0 5-1	KU1 3-1	KU2 1-1		KU1 3-2	KU1 4-2	KU1 5-2		KU0 6-3	KU2 2-3	KU2 4-3		KU2 0-4	KU1 2-4	KU0 3-4		
	KU0 6-1	KU1 4-1	KU2 2-1		KU1 6-2	KU1 7-2	KU1 8-2		KU1 2-3	KU2 0-3	KU0 2-3		KU1 9-4	KU1 1-4	KU0 6-4		
	KU0 7-1	KU1 5-1	KU2 3-1		KU1 9-2	KU2 0-2	KU2 1-2		KU0 1-3	KU1 6-3	KU0 9-3		KU1 8-4	KU1 0-4	KU0 7-4		
	KU0 8-1	KU1 6-1	KU2 4-1		KU2 2-2	KU2 3-2	KU2 4-2		KU0 8-3	KU0 4-3	KU1 8-3		KU1 7-4	KU0 9-4	KU0 8-4		

<u>รูปที่ 1:</u> ลักษณะแปลงปลูกคีนัว ณ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงพระบาทห้วยต้ม

<u>รูปที่ 2:</u> การปลูกคีนัว ณ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงพระบาทห้วยต้ม

<u>รูปที่ 3:</u> การเจริญเติบโตของต้นคีนัว ณ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงพระบาทห้วยต้ม

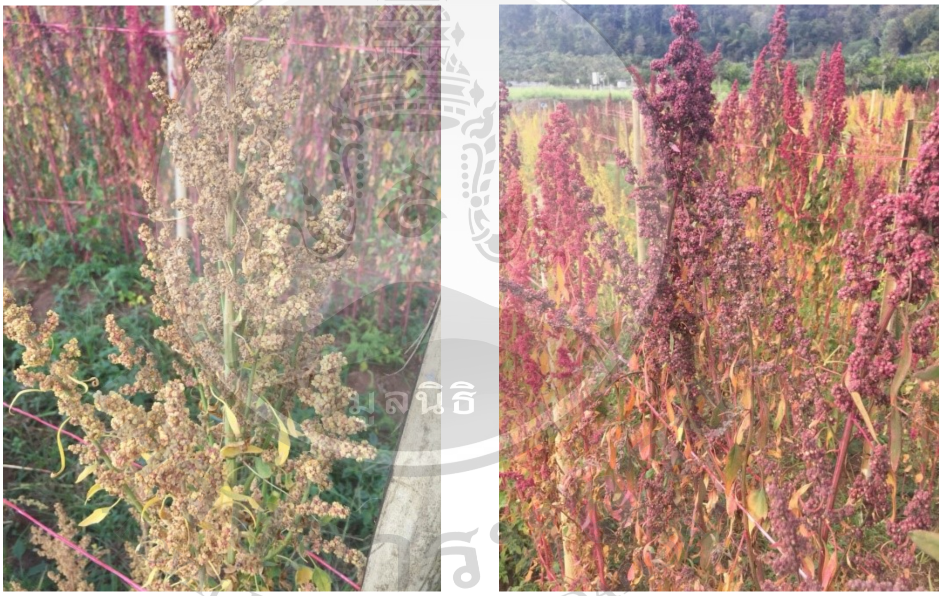
<u>รูปที่ 4:</u> การเก็บเกี่ยวผลผลิตคีนัว ณ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงพระบาทห้วยต้ม

2. สถานีเกษตรหลวงปางดะ

ผังแปลง

Block 1				Block 2				Block 3				Block 4		
KU01 -1	KU09 -1	KU17 -1		KU01 -2	KU02 -2	KU03 -2		KU07 -3	KU21 -3	KU03 -3		KU24 -4	KU16 -4	KU02 -4
KU02 -1	KU10 -1	KU18 -1		KU04 -2	KU05 -2	KU06 -2		KU13 -3	KU15 -3	KU10 -3		KU23 -4	KU15 -4	KU01 -4
KU03 -1	KU11 -1	KU19 -1		KU07 -2	KU08 -2	KU09 -2		KU23 -3	KU05 -3	KU19 -3		KU22 -4	KU14 -4	KU05 -4
KU04 -1	KU12 -1	KU20 -1	Guard Row	KU10 -2	KU11 -2	KU12 -2	คันทางเดิน	KU14 -3	KU11 -3	KU17 -3	Guard Row	KU21 -4	KU13 -4	KU04 -4
KU05 -1	KU13 -1	KU21 -1		KU13 -2	KU14 -2	KU15 -2		KU06 -3	KU22 -3	KU24 -3		KU20 -4	KU12 -4	KU03 -4
KU06 -1	KU14 -1	KU22 -1		KU16 -2	KU17 -2	KU18 -2		KU12 -3	KU20 -3	KU02 -3		KU19 -4	KU11 -4	KU06 -4
KU07 -1	KU15 -1	KU23 -1		KU19 -2	KU20 -2	KU21 -2		KU01 -3	KU16 -3	KU09 -3		KU18 -4	KU10 -4	KU07 -4
KU08 -1	KU16 -1	KU24 -1		KU22 -2	KU23 -2	KU24 -2		KU08 -3	KU04 -3	KU18 -3		KU17 -4	KU09 -4	KU08 -4

<u>รูปที่ 5:</u> ลักษณะแปลงปลูกคีนัว ณ สถานีเกษตรหลวงปางดะ



<u>รูปที่ 6:</u> การปลูกคีนัว ณ สถานีเกษตรหลวงปางดะ

<u>รูปที่ 7:</u> การเก็บเกี่ยวผลผลิตคีนัว ณ สถานีเกษตรหลวงปางดะ

3. สถานีวิจัยดอยปุย

ผังแปลง

เบ๊นที่															
1	Block 2									KU01-1	ต้นลิ้นจี่	KU09-1	KU17-1	Block 1	
2										KU02-1	KU10-1	KU18-1			
3				KU01-2	KU02-2	KU03-2		ต้นลิ้นจี่	KU03-1	KU11-1	KU19-1	KU04-1	KU12-1	KU20-1	KU05-1
4	KU04-2	KU05-2	KU06-2	KU07-2	KU08-2	KU09-2	KU10-2	ต้นลิ้นจี่	KU13-1	ต้นลิ้นจี่	KU21-1				
5	ต้นลิ้นจี่	KU11-2	KU12-2	KU13-2	KU14-2	ต้นลิ้นจี่	KU06-1	KU14-1	KU22-1	KU07-1	KU15-1	KU23-1			
6		KU15-2	KU16-2	KU17-2	KU18-2	KU19-2				ต้นลิ้นจี่	KU08-1				
7		KU20-2	ต้นลิ้นจี่	KU21-2	KU22-2	KU23-2	KU24-2	ต้นลิ้นจี่		KU16-1	KU24-1				
8		KU07-3	KU21-3	KU03-3	KU13-3	KU15-3	ต้นลิ้นจี่	KU10-3	KU23-3	KU05-3	KU19-3				
9		KU14-3	Block 3												
10				KU11-3	KU17-3	KU06-3		KU22-3	KU24-3	KU12-3	KU20-3				
11				KU02-3	KU01-3	KU16-3		KU09-3	KU08-3	ต้นลิ้นจี่	KU04-3	KU18-3			
12															

<u>รูปที่ 8:</u> ลักษณะแปลงปลูกคีนัว ณ สถานีวิจัยดอยปุย

<u>รูปที่ 9:</u> การปลูกคีนัว ณ สถานีวิจัยดอยปุย

<u>รูปที่ 10:</u> การเก็บเกี่ยวผลผลิตคีนัว ณ สถานีวิจัยดอยปุย