

СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ КУЛЬТУРИ КІНОА В ПІВНІЧНО-СХІДНОМУ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

В. І. Троценко, професор, д. с.-г. н.

І. М. Коваленко, в. о. професора, д. б. н.

В. О. Ільченко, в.о. доцента, к. с.-г. н.

Сумський національний аграрний університет

Проведено аналіз динаміки посівних площ, валових зборів й урожайності культури кіноа в світі. Наведено результати дослідження 5 сортів з тривалістю вегетації від 120 до 140 днів. Відмічено високий рівень залежності вегетативного й генеративного розвитку рослин та їх продуктивності від сортових особливостей. Встановлено достатній рівень адаптованості сортів із тривалістю вегетації до 120 днів, задовільний із тривалістю вегетації до 130 днів. Доведена можливість промислового вирощування культури кіноа в зоні північно-східного Лісостепу з орієнтовним рівнем урожайності 1,0–1,3 т/га.

Ключові слова: кіноа, сорт, продуктивність рослин, урожайність.

Постановка проблеми. Останніми роками все більшої актуальності в світі набуває збалансоване дієтичне харчування та виробництво екологічно чистої продукції. Кіноа є віднією з небагатьох безглютенових культур із високим вмістом легкорозчинних білків, що забезпечує можливість виготовлення спеціального харчування для дітей, людей, що займаються спортом, вегетаріанців та діабетиків. Проблемними питаннями культури залишаються низька й нестабільна врожайність, та висока частка ручної праці у технологіях її вирощування. Таким чином, враховуючи значну цінність зерна кіноа, широкий спектр його застосування в дієтичному і органічному харчуванні, актуальним для України є пошук адаптованих сортів, розробка та впровадження ефективних технологій вирощування культури в різних ґрунтово-кліматичних умовах.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. *Chenopodium quinoa Willd* – це вид рослин, поширений на Андському плато, навколо озера Тітікака, яке знаходиться вище 3500 м над рівнем моря [1]. Кіноа є культурою археофітом, історія якої більше п'яти тисяч років. Тривалий процес доместикації культури зумовив значний рівень її генетичної різноманітності. Наразі в світі існує понад шість тисяч сортів кіноа, які поділяються на п'ять основних категорій або екотипів відповідно їх адаптації до певних агроекологічних умов.

У плодах кіноа (псевдозернівка) міститься в середньому 16,2–20,0 % білку (для порівняння: 7,5 % у рисі, 9,9 % у просі та 14 % у пшениці). На відміну від пшениці й рису, що містять незначну кількість лізину, амінокислотний склад білків кіноа добре збалансований і близький за складом до білків молока. Користь культури полягає в наявності різних вітамінів, макро- і мікроелементів. Лізин, що міститься в зерні, потрібен для формування та відновлення кісткової тканини, амінокислота триптофан стимулює вироблення сератоніну – гормону щастя. Додатковою перевагою кіноа є вміст клітковини, яка допомагає очистити кишківник від продуктів розпаду й різних токсинів. Кіноа є прекрасним загальнозміцнюючим засобом. До

складу насіння також входять сапоніни, що допомагають нормалізувати рівень холестерину і покращують функціонування підшлункової залози. Важливою характеристикою культури є здатність уповільнювати процеси старіння за рахунок вмісту в зародках фітинової кислоти, яка знижує ризик виникнення онкологічних утворень [2, 3].

Висока генетична різноманітність виду *Chenopodium quinoa Willd* забезпечує можливість його вирощування в широкому спектрі ґрунтових та кліматичних умов [4]. Оптимальними для вирощування ґрунтами вважаються дренажні піщані суглинки з високим вмістом органічних і мінеральних речовин та близьким до нейтрального рівнем кислотності [5, 6]. Оптимальний діапазон середньодобових температур вегетації складає 15–20 °С. Разом із тим, окремі сорти можуть витримувати екстремальні температури в діапазоні від - 8 °С до + 38 °С та толерантні до коливань кислотності ґрунту в діапазоні рН 4,5–9,0 [7, 8]. При переважанні фотонейтральних сортів в культурі кіноа широко представлені групи генотипів із вираженими ознаками коротко або довгоденного типів розвитку. Вважається, що відповідність фотоперіоду є ключовим чинником адаптації сорту до нових умов вирощування [9].

Широке розповсюдження культури кіноа в світі розпочалося з середини 50-х років минулого століття. Дослідження культури в цей період стосувалися процесів доместикації та технологій отримання киснево-імітаційної плазми, пристосованої до нових умов навколишнього середовища [8, 10]. На сучасному етапі кіноа – це високопластична культура, придатна до широкого спектру технологій та умов вирощування, включаючи технології, спрямовані на отримання екологічно безпечних продуктів харчування [11].

Мета досліджень. Дослідження проводилися з метою визначення перспектив поширення кіноа, як нішевої культури, в зоні північно-східного Лісостепу України.

Вихідний матеріал, методика та умови дослідження. Дослідження проводилися впродовж 2016-2017 рр. на базі навчального

науково-виробничого комплексу Сумського національного аграрного університету, що знаходиться в північно-східній частині Лісостепу України. У досліді вивчали діапазон сортових реакцій культури на комплекс умов зони вирощування. Досліджували 5 сортів із різною тривалістю вегетації: Тітікака, Q2, Q3, Q4 та Q5. При плануванні і проведенні досліджень керувалися загальноприйнятими методиками [12, 13].

Результати досліджень. У переважній більшості країн кіноа розглядається, як нішева культура, урожай якої має переважно харчове використання. Виключенням є фармацевтичний напрям, де насіння кіноа є компонентом косметичного засобу «золото інків». Таким чином,

можливі обсяги виробництва визначаються переважно рівнем внутрішнього попиту на крупу всередині країн виробників та частково країн імпортерів.

За даними FAO (рис. 1) у світі відмічена тенденція до розширення посівних площ культури від 56,3 тис. га у 1995 до 195,3 тис. га у 2014 роках. Середня урожайність у цей же період мала нестійку тенденцію до зростання від 0,75 до 0,99 т/га [14]. Значний рівень коливання урожайності кіноа вказує на високу залежність процесів формування продуктивності рослин від погодно-кліматичних умов вегетації, недостатній рівень генетичної фіксації основних селекційно-контрольованих параметрів та відсутність ефективних технологій вирощування культури.

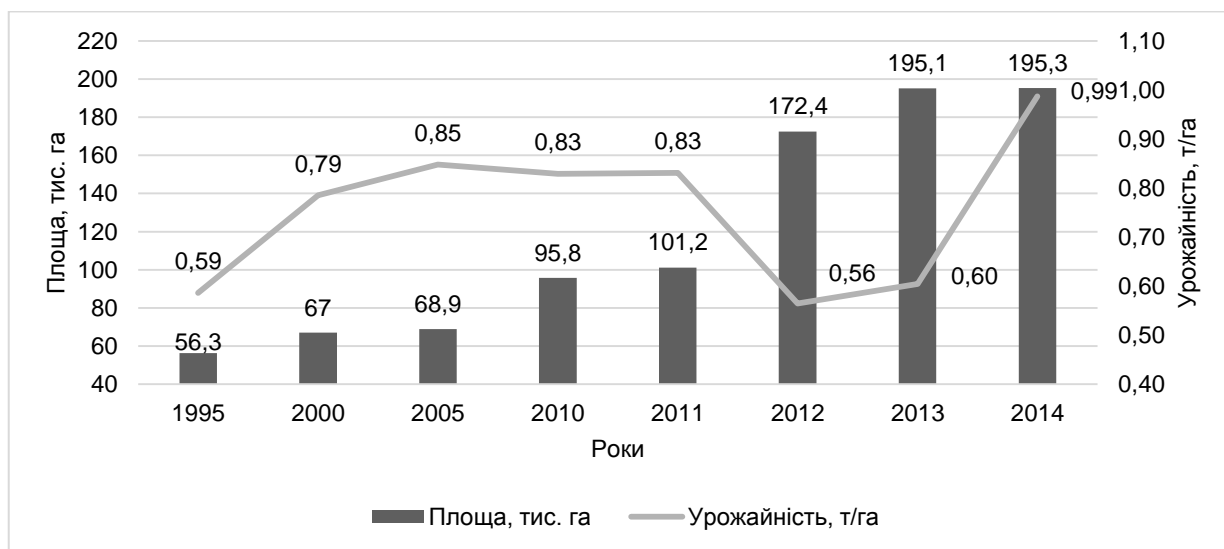


Рис. 1. Динаміка посівних площ та урожайності культури кіноа в світі ((дані FAO)

Основними виробниками кіноа у світі є Болівія, Перу та Еквадор із середньорічним валовим збором насіння 34,4; 31,2 та 1,04 тис. т

відповідно (рис. 2). Ці ж країни традиційно є основними експортерами насіння на світовому ринку.

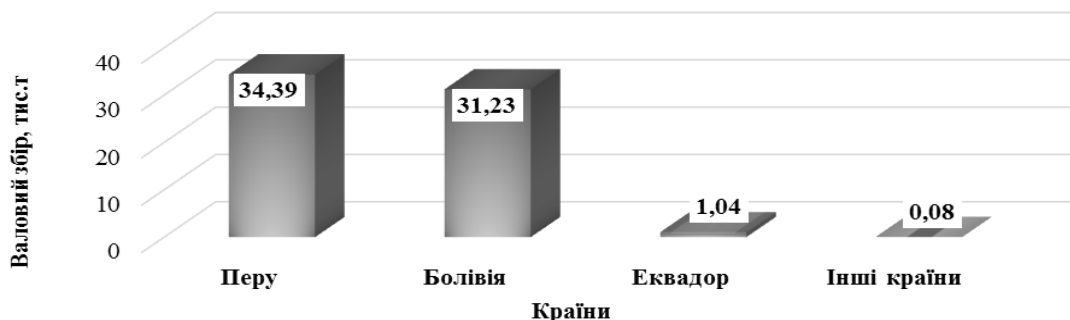


Рис. 2. Структура виробництва кіноа в світі, тис. т (дані FAO)

Сьогодні вирощування кіноа набуло поширення в США, Марокко, Франції, Індії, Китаї, Великобританії, Швеції, Данії, Нідерландах та Італії. У частині перелічених країн посіви розташовані переважно в районах із гірським та виражено континентальними кліматом, що характеризуються суттєвими перепадами денних та нічних температур. У інших - Великобританія та Нідерланди, навпаки, у районах із

оптимальним для більшості сільськогосподарських культур водно-температурним режимом. Таким чином, розповсюдження культури в світі відбувається, в першу чергу, в зонах зі специфічними умовами вегетації (де використовується високий рівень пластичності культури) та в районах високої ефективності землеробства. У останньому випадку спостерігається тяжіння культури до

технологій екологічного землеробства.

Специфічною характеристикою умов вегетації північно-східного Лісостепу є тривалий період низьких весняних температур та обмежений (переходом через середньодобові температури менше +14 °С) період осінньої вегетації. Крім того, значна частка орних земель регіону має слабо кислу або кислу реакцію ґрунту. Ці фактори звужують як сам перелік культур придатних до вирощування, так і їх сортовий асортимент. Однак саме ці умови є цілком задовільними для вегетації та формування високих урожаїв кіноа.

У першому етапі досліджень із кіноа було

визначено діапазон параметрів вегетативного та генеративного розвитку рослин та проведено ідентифікацію сортових характеристик культури. Важливим елементом сортових технологій просапних культур, що значною мірою визначає просторову структуру посіву є рівень вегетативного розвитку рослин, їх загальна фітомаса та висота стебла. При однакових умовах вирощування останній показник коливався від 82,7 см у скоростиглого сорту Тітікака до 132,8 см у сорту Q4. Сорти Q2, Q3 та Q5 займали проміжне положення із значенням показника 122,8; 109,8 та 105,3 см, відповідно (рис. 3).

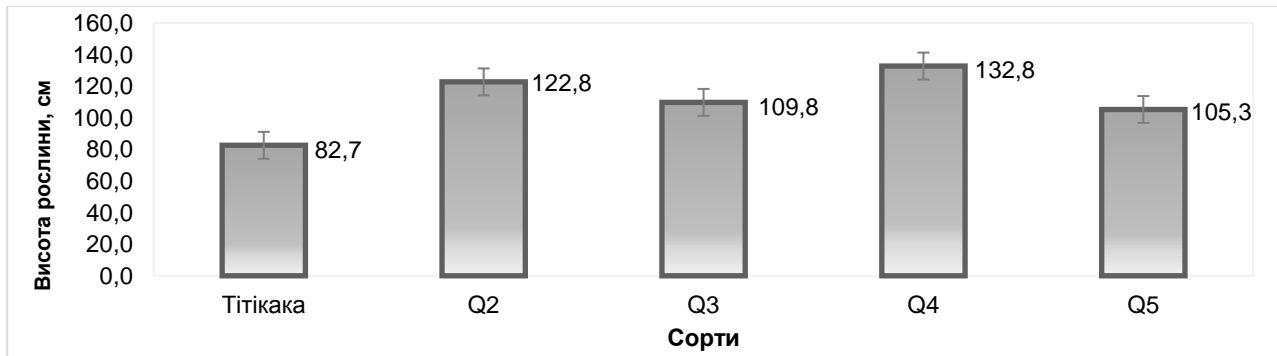


Рис. 3. Висота рослини кіноа залежно від сорту, (2016-2017 рр.)

Варто відмітити досить високий та приблизно рівний для всіх сортів показник коефіцієнта варіації висоти стебла, який змінювався в діапазоні 18,3–24,6 %. У обидва роки досліджень спостерігалася тісна кореляційна залежність між висотою рослин та тривалістю вегетаційного періоду сорту ($r = 0,85$).

Іншим, важливим показником вегетативного розвитку рослин, що характеризує загальну здатність до накопичення органічної продукції в нових умовах вирощування є маса надземної частини рослин. Максимальний та достовірно вищий показник середньої (повітряно сухої) маси рослин мав сорт Тітікака – 52,04 г/рослину. Середні показники маси рослин в інших сортів знаходилися в діапазоні 35,7–39,2 г/рослину. Кореляція між показником маси надземної частини рослин та висотою стебла мала місце лише в межах окремих сортів, що вказує на наявність суттєвих сортових відмінностей у реакції на умови вирощування.

У сучасному аспекті відповідність сорту умовам середовища визначається його здатністю до реалізації окремими рослинами їх генеративних функцій. Неприятливі умови середовища, високий рівень конкуренції у посіві та інші стресові фактори збільшують частку енергетичних витрат рослин на підтримку життєдіяльності, що супроводжується зменшенням вкладу організму в його репродукцію.

За показником насінневої продуктивності рослин сорти ранжувалися у такому порядку: Тітікака, Q5, Q3, Q4 та Q2 із показниками середньої маси зерна – 16,50; 12,64; 7,88; 4,25 та 2,25 г/рослину, відповідно (рис. 4). При цьому частка насіння в загальній масі рослин сортів Тітікака та Q2 складала 30–32 %. У сортів Q3, Q4, Q2 цей показник не перевищував 20 %, що вказує на значний рівень невідповідності згаданих сортів комплексу ґрунтово-кліматичних умов зони вирощування.

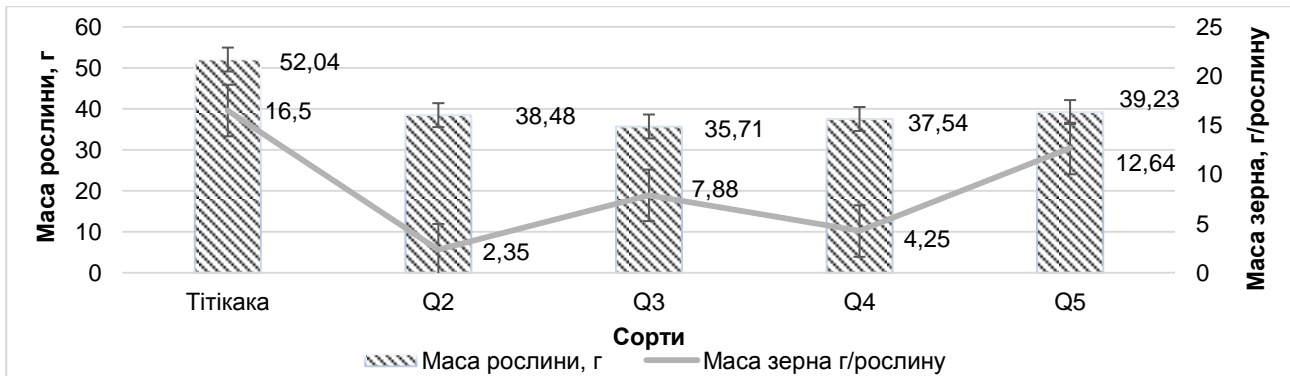


Рис. 4. Параметри вегетативного та генеративного розвитку рослин різних сортів кіноа (2016-2017 рр.)

Основним параметром відповідності сортів культурних рослин умовам середовища є урожайність насіння з одиниці площі. Цей показник характеризує як рівень продуктивності окремих рослин, так і комплекс факторів просторової структури посіву, в тому числі рівень їх виживання та конкурентоздатності в умовах одновидового ценозу. Варто зазначити, що на час досягання передзбиральна густина рослин

на ділянках дослідження коливалася в межах 80–120 тис. шт./га. Основною причиною нерівномірності густоти на ділянках були низька польова схожість та низький рівень виживання рослин у ювенільні фази розвитку.

У середньому за роки досліджень урожайність культури склала 1,32 т/га у сорту Тітіака, 1,01 т/га у сорту Q5 та 0,63; 0,38 й 0,21 т/га у сортів Q3, Q4 і Q2 відповідно (рис. 5).

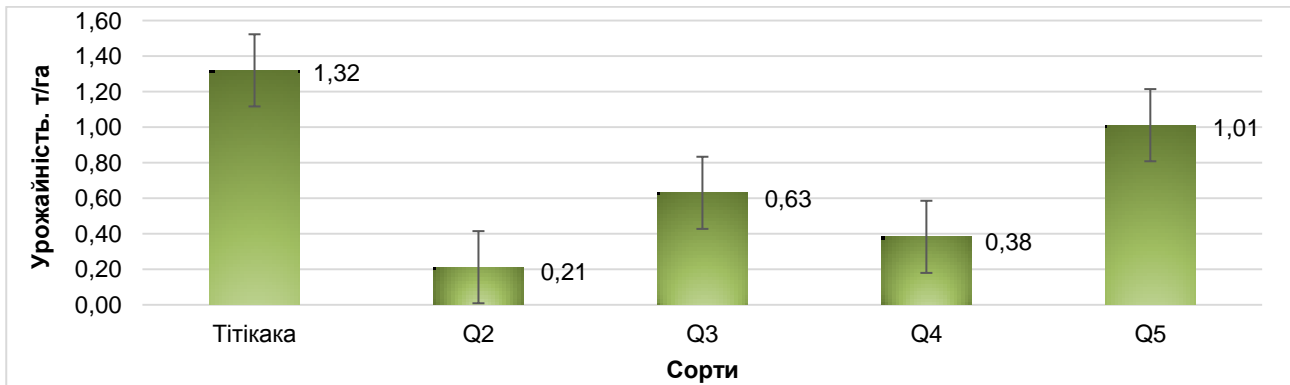


Рис. 5. Урожайність сортів кіноа (2016-2017 рр.)

Статистично суттєве перевищення показника урожайності сорту Тітіака було відмічено над групою сортів із тривалістю вегетації більше 120 днів, а саме: Q2, Q3 та Q4, а у сорту Q5 над сортами Q2 та Q4. Основним фактором зниження врожайності пізньостиглих сортів була менша (порівняно із більш скоростиглими сортами) кількість сформованого насіння.

Висновки. Вперше в умовах північно-східного Лісостепу України визначено діапазон параметрів вегетативного та генеративного розвитку рослин сортів кіноа залежно від тривалості їх вегетації. Встановлено достатній рівень адаптованості до умов зони сортів Тітіака та Q5 із тривалістю вегетації до 120 днів, задовільний – сорту Q3 із тривалістю вегетації до 130 днів. Доведена можливість промислового вирощування культури кіноа з орієнтовною врожайністю 1,0-1,3 т/га.

Список використаної літератури:

1. Jellen, E. N., Maughan, P. J., Fuentes, F., and Kolano, B. A. (2015). Botany, phylogeny and evolution, in State of the Art Report on Quinoa Around the World 2013, eds D. Bazile, D. Bertero, and C. Nieto (Rome: FAO; CIRAD), 12–23.
2. Jacobsen, S. E. (2003). The worldwide potential of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Food Rev. Int.* 19, 167–177.
3. Bhargava, A., Shukla, S., and Ohri, D. (2007). Genetic diversity for morphological and quality traits in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) germplasm. *Genet. Resour. Crop Evol.* 54, 167–173.
4. Bonifacio, A., Gomez-Pando, L., and Rojas, W. (2015). Quinoa breeding and modern variety development, in State of the Art Report on Quinoa Around the World 2013, eds D. Bazile, D. Bertero, and C. Nieto (Rome: FAO; CIRAD), 172–191.
5. Christensen, S. A., Pratt, D. B., Pratt, C., Nelson, P. T., Stevens, M. R., Jellen, E. N., et al. (2007). Assessment of genetic diversity in the USDA and CIP-FAO international nursery collections of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) using microsatellite markers. *Plant Genet. Res.* 5, 82–95.
6. Mujica, A.; Jacobsen, S.E.; Izquierdo, J.; y Marathe, J. P. (Editores). Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.); Ancestral cultivo andino, alimento del presente y futuro. FAO. Santiago de Chile. 2001.
7. Gesinski, K. (2008). Evaluation of the development and yielding potential of *Chenopodium quinoa* Willd. under the climatic conditions of Europe. *Acta Agrobot.* 61, 185–189.
8. Bosque, H., Lemeur, R., Van Damme, P., and Jacobsen, S. E. (2003). Ecophysiological analysis of drought and salinity stress of Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Food Rev. Int.* 19, 111–119.
9. Jacobsen, S. E., Mujica, A., and Jensen, C. R. (2003). The resistance of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) to adverse abiotic factors. *Food Rev. Int.* 19, 99–109.
10. Bertero, H. D. (2001). Effects of photoperiod, temperature and radiation on the rate of leaf appearance in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) under field conditions. *Ann. Bot.* 87, 495–502.
11. Ruiz, K. B., Biondi, S., Oses, R., Acuña-Rodríguez, I. S., Antognoni, F., Martínez-Mosqueira, E. A., et al. (2014). Quinoa biodiversity and sustainability for food security under climate change: a review. *Agron. Sustain. Dev.* 34, 349–359.
12. Основи наукових досліджень в агрономії: підручник / [В. О. Єщенко, П. Г. Копитко, В. П. Опришко та ін.]; За ред. В. О. Єщенко. – К.: ДІА, 2005. – 287с.
13. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – [5-е изд., доп. и перераб.]. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
14. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Faostat. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>.

СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ КУЛЬТУРЫ КИНОА В СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЛЕСОСТЕПИ УКРАИНЫ

В. И. Троценко, И. Н. Коваленко, В. А. Ильченко, Сумский национальный аграрный университет

Проведенный анализ динамики посевных площадей, валовых сборов и урожайности культуры киноа в мире. Представлены результаты исследования 5 сортов с продолжительностью вегетации от 120 до 140 дней. Отмечен высокий уровень зависимости вегетативного и генеративного развития растений и их продуктивности от сортовых особенностей. Установлен достаточный уровень адаптированности сортов с продолжительностью вегетации до 120 дней, удовлетворительный - с продолжительностью вегетации до 130 дней. Доказана возможность промышленного выращивания культуры киноа в зоне северо-восточной Лесостепи с ориентировочным уровнем урожайности 1,0 - 1,3 т/га.

Ключевые слова: киноа, сорт, продуктивность растений, урожайность киноа.

THE STATE AND PROSPECTS OF QUINOA CROP IN NORTH-EASTERN FOREST-STEPPE OF UKRAINE

V. I. Trotsenko, I. M. Kovalenko, V. O. Ilchenko, Sumy National Agrarian University

The dynamics analysis of the of crop areas, gross harvest and quinoa yield in the world is carried out. The research results of 5 varieties with vegetation period from 120 to 140 days are presented. A high dependence level of vegetative and generative plants development and their productivity on varietal characteristics has been noted. Sufficient level of varieties adaptability with a vegetation duration of up to 120 days is established, satisfactory – with a vegetation duration of up to 130 days. The possibility of industrial quinoa crop cultivation in the zone of the north-eastern Forest-Steppe with an approximate yield level of 1.0-1.3 t/ha is proved.

Key words: quinoa, crop variety, quinoa productivity, quinoa grain yield.