Міністерство освіти і науки України
ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет»

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ З ОПТИМІЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ АМАРАНТУ В УМОВАХ ПІВДЕННОГО СТЕПУ УКРАЇНИ

Херсон – 2017

Друкується за рішенням Вченої ради ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет» (протокол №6 від 23 грудня 2016 р.)

Рекомендації підготовлені за результатами досліджень з виконання ПНД Міністерства освіти і науки України за напрямом «Агропромисловий комплекс, лісове і садово-паркове господарство, ветеринарія», секція 7 «Теорія і практика збільшення кількості і покращання якості рослинних (сільськогосподарських, харчових, фармацевтичних тощо) біоресурсів та забезпечення сталого природокористування», піднапрям секції: 7.4 «Розроблення ресурсозберігаючих, біо- та нанотехнології; екобезпечне, раціональне використання біоресурсів та виробництво органічної продукції рослинництва»

Матеріали підготували:

Колектив авторів – Федорчук М.І., Рахметов Д.Б., Коковіхін С.В., Федорчук В.Г., Філіпова І.М., Войташенко Д.П., Рахметов С.Д., Коваленко О.А.

© ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет», 2017 р.

ЗМІСТ

Вступ..... 4

1. Народногосподарське значення, ботанічні та біологічні особливості амаранту 5

2. Вплив агрозаходів на продуктивність амаранту.....10

3. Особливості росту й розвитку рослин амаранту в умовах півдня України.....12

4. Урожайність та якість зерна амаранту.....17

5. Біоенергетична оцінка 19

Висновки 21

Література 22

Вступ

Головним завданням сучасних галузей сільського господарства є забезпечення ринку продукції якісною і в той же час дешевою сировиною для отримання продуктів харчування, лікарських засобів та енергетичних потреб. На сучасному етапі розвитку рослинна сировина є джерелом одержання значної кількості продуктів харчування, лікарських засобів та практично всіх біологічно активних речовин. Така увага є наслідком погіршення екологічного стану у світі. Відбувається збільшення випадків відчуження організмом синтетичних препаратів та антибіотиків, виникнення негативних явищ при використанні таких продуктів харчування в раціоні людини.

Стратегічним напрямком вирішення цих проблем є розвиток рослинництва та кормовиробництва. Одним із етапів цього розвитку є впровадження на ряду з традиційними сільськогосподарськими культурами – нових, що володіють різноманіттям в напрямках використання та значним адаптивним та продуктивним потенціалом. Однією з таких культур є амарант.

Амарант це цінна кормова, зернова, технічна, харчова, лікарська та овочева культура. Зелена маса, урожайність якої досягає 100 т/га, використовується в тваринництві в свіжому виді, для приготування силосу, частіше з іншими культурами, а також для отримання білково-вітамінної муки та концентратів. Білок зеленої маси амаранту має високу харчову цінність.

Із зерна амаранту, врожайність якого досягає 30 ц/га, можливо отримувати білковий концентрат. Крім того білок, якого в зерні міститься близько 14-19 %, відрізняється високим вмістом та збалансованістю незамінних амінокислот, які зумовлюють його високу харчову цінність.

Отримане із зерна амаранту масло володіє рядом корисних властивостей серед яких – бактероцидність, противопухлиний ефект. Крім того масло містить до 8% сквалену – високоненасиченого вуглеводню. Високий вміст цієї речовини в маслі гарантує його ефективне використання як ранозаживляючої та регенеруючої речовини в медицині та парфумерії. Крім того зерно містить унікальний крохмаль, розмір гранул якого робить його перспективною сировиною в косметиці.

Амарант широко використовується в харчовій промисловості ряду країн. Молоді листя богаті білком, каротином, мікро- та макроелементами, вітамінами (А, С, Е, рибофлавін, фолієва кислота, рутин). Зелень амаранту здатна виводити радіонукліди та важкі метали з організму.

Деякі види амаранту з багряним листям та великими китицями використовуються в якості декоративних рослин при оздоблюванні паркової зони в багатьох країнах світу.

Характерною особливістю амаранту є економне використання вологи на утворення одиниці сухої речовини порівняно з іншими традиційними сільськогосподарськими культурами. Висока жаро- та посухостійкість робить його незамінною культурою в зонах нестійкого вологозабезпечення.

В сучасних умовах важливим резервом у вирішенні проблеми енергетичного забезпечення України біосировиною належить амаранту, який

здатний формувати високі врожаї біомаси та бути вихідним матеріалом для різних видів альтернативного палива.

1. Народногосподарське значення, ботанічні та біологічні особливості амаранту

Амаранту як зерновій культурі властиві цінні властивості, що дозволяють використовувати його як харчову, кормову та технічну культуру. Це викликає інтерес вчених всього світу. Значні перспективи відкриваються і в Україні. При врожайності до 30 ц/га, амарант виділяється підвищеним вмістом білка в зерні, який складає 12-18%, а у деяких видів – 23,3%. Крім того він має високу харчову цінність і оцінюється в 75-87 балів залежно від виду, в той час як білок коров'ячого молока оцінюється в 72 бали, пшениці – в 57, кукурудзи – в 44, а високобілкової культури сої – в 68 балів.

Висока поживність амарантового зерна пояснюється тим, що більшу його частину займає зародок. Анатомічне препарування та електронна мікроскопія показали, що 65% білка знаходиться в зародку і насіннєвій оболонці, 35% – у крохмалистому периспермі.

Білок зерна амаранту, порівняно з білком злаків, відрізняється високою якістю, яка обумовлена підвищеною концентрацією лізину, однією з найбільш цінних незамінних амінокислот, вміст якої в зерні амаранту становить 11,7 г на 100 г білка, що в 6 раз більше ніж в пшениці, та в два рази ніж в соєвій муці. В його зерні також багато триптофану, але в недостатній кількості ізолейцину та треоніну. В пшениці та кукурудзі спостерігається зворотня картина, тому змішування борошна амаранту з пшеничним або кукурудзяним дає ефект доповнення за амінокислотним складом.

Найбільш поширеним вуглеводом у зерні амаранту є крохмаль. В білонасінному амаранті його вміст становить 69±3%. Виділений крохмаль – це дрібні гранули діаметром 1 - 3 мкм майже чистого амілопектину (95%), в той час, як діаметр гранули промислового крохмалю знаходиться в межах 3-8 мкм для рисового та 100 мкм для картопляного крохмалю. Гранули мають велику площу поверхні на 1 г та високу адсорбуючу здатність.

Загальний вміст жиру в зерні амаранту коливається в межах від 5,1 до 17,0%. При цьому існує деяка різниця між олією з білонасінного та чорно-насінного амаранту. Так, кислотне число олії першого становить 0,8 мк КОН, тоді як чорнонасінного – 4,3. Амарантова олія містить велику кількість лінолевої, олеїнової і пальмітинової кислот і тільки сліди ліноленової. Таким чином, амарантова олія містить майже 76% ненасичених жирних кислот і нагадує олію із насіння бавовнику або з рисових висівок. Вміст основних жирних кислот в олії амаранту становить: лінолева – 37-62%, олеїнова – 19-35%, пальмітинова – 12-25% і стеаринова – 2-25%. Амарантова олія в значній кількості містить сквален (7-8%).

Мінеральні речовини зерна амаранту представлені макроелементами, мг %: кальцієм – до 187, фосфором – до 455, магнієм – до 288, натрієм – до 32, калієм – до 420. Кальцій і фосфор знаходяться у співвідношенні 1:2, що є

фізіологічно необхідним для організму людини. Вміст мікроелементів становить, мг %: міді – 0,9, заліза – 10 і цинку – 3,8. Вміст клітковини в зерні культурних видів дорівнює 4-5%, а дикорослих до 11%.

Подрібнення зерна амаранту показало, що вітаміни концентруються в зародку. В зерні містяться біологічно цінні токофероли (вітамін Є) – до 113-192 мг %, каротиноїди до 0,45-1,12 мг %, вітамін В1 (тіамін) – до 0,21 мг %, вітамін РР (ніацин) – до 1,31 мг %, що на 20-50% більше, ніж в зерні традиційних злакових культур.

Враховуючи значні поживні властивості та високу якість зерна амаранту, можна говорити про його застосування в харчовій промисловості. Крім того як джерело біологічно цінних речовин у фармацевтичній промисловості, а також для приготування цінних кормів у тваринництві.

Розроблені рецептури з додаванням амарантового борошна при виготовленні хліба з пшениці, жита, а також рецептури хлібобулочних виробів з амарантового борошна. Його використання можливе в рецептурах пісочного напівфабрикату, який застосовується для виготовлення тістечок, тортів, печива. Результати дослідів показали, що заміна 30% пшеничного борошна на амарантове не знижує якості напівфабрикату, а навпаки, підвищує вміст в ньому білка до 11%. Було доведено, що в макаронних виробах можлива заміна пшеничного борошна до 50% борошном амаранту. Це не змінює традиційного смаку, але підвищує харчову цінність продуктів.

Для розширення асортименту помадних цукерок з підвищеною біологічною цінністю, розроблена нова технологія цукерок "Лілія" з біологічно активною добавкою борошна з зерна амаранту. Встановлено, що при введенні добавок борошна амаранту черствіння помадки та мармеладу уповільнюється, органолептичні показники в цілому поліпшуються. Смак і запах стають більш відчутними, амарант надає цукеркам горіхового смаку. Частково зменшується в рецептурі цукеркової маси масова частка згущеного молока, цукру, що усуває згірклість, знижує енергоємність. Крім того, цукерки збагачуються біологічно активними речовинами: незамінними амінокислотами, вітамінами, мікроелементами, які підвищують їх біологічну і харчову цінність.

В НДІ харчово-концентратної промисловості, Одеській державній академії харчових технологій, проведена робота з розширення асортименту харчових концентратів із застосуванням зерна амаранту. Розроблені технології та рецептури харчових концентратів різноманітних страв, напівфабрикатів з борошна і екструдованих продуктів на основі різних співвідношень зерна амаранту з крупами та іншими компонентами.

У Львівській ветеринарній академії проведені дослідження з використання шроту зерна білонасінної форми амаранту як білкового замінювача частини м’яса в ковбасах і фаршевих (котлетних) виробах. Одержані м’ясні вироби за хімічним складом і величиною pH прирівнювались до виробів з чистого м’яса, а за органолептичними показниками перевищували м’ясні вироби, до складу яких входили горох і соя.

Унікальна мікрокристалічна структура крохмалю обумовлює його використання як стабілізатора аерозолів. Надзвичайно дрібні гранули можуть проходити через сопло аерозольних балончиків і тому їх можна використовувати в неалергічних аерозолях. Такий крохмаль може бути використаний для виготовлення харчових загущувачів, пудри для косметичної промисловості, в харчових цілях як наповнювач.

Цінність амарантової олії полягає в тому, що вона містить сквален, який у сполученні з токоферолом, поліненасиченими жирними кислотами і каротиноїдами регулює ліпідний обмін, здійснює мембранно-стабілізуючу протизапальну, анальгезуючу дію і стимулює грануляцію і епіталізацію тканини.

Проведені тести дозволили встановити терапевтичний ефект амарантової олії, визначити бактерицидну активність і частковий антисептитичний протипухлинний ефект. Вченими висувається припущення, що вклад сквалену в регуляцію проліферативних процесів не може бути обумовлений тільки його внутрішньоклітинною концентрацією. Вірогідніше, сквален через механізм від'ємного зворотного зв'язку впливає на активність ферментів, каталізуючи як синтез власних молекул, так і біогенез спільних посередників всіх фізіологічно активних ізопреноїдів.

Фармакологічні властивості амарантової олії стали основою для вивчення можливості її застосування в терапевтичній стоматології при ексудативно-гіперемічній і ерозійно-виразкових формах червоного плоского лишаю, хронічного рецидивуючого адинозного стоматиту, деокваматиного глосситу, глокалгії і протезного стоматиту. Крім того, доведена ефективність лікування вказаних захворювань при застосуванні фонофорезу, де фармакологічні властивості амарантової олії посилюються під впливом ультразвуку.

Вченими НДІ онкології ім. М.М. Петрова (Санкт-Петербург) доведена ефективність застосування амарантової олії при лікуванні онкозахворювань.

Про ефективність застосування амарантової олії для лікування виразок шлунково-кишкового тракту свідчать роботи З.М. Кончик і З.А.Царик.

Заслуговує уваги використання зерна амаранту при приготуванні комбікормів для різних видів худоби. Хоч амарант є значно дорожчим кормом, існує багато досліджень по вивченню його впливу на прирости та загальне здоров`я тварин. За обліковий період середньодобові прирости живої маси теличок дослідної групи складали 560 г і були на 8,7% вищими порівняно з контролем. Згодовування передстартового комбікорму телятам молочникам з включенням зерна амаранту сприяло нормалізації обмінних процесів в їх організмі та підвищенню інтенсивності росту.

Включення до складу комбікорму зерна амаранту і відгодівля ним не відлучених поросят сприяло підвищенню їх маси порівняно з контролем. За обліковий період (з 20 денного віку до відлучення) середньодобовий приріст у дослідних групах поросят був вищим відповідно на 17 і 20 г (5,5 і 6,5% від контрольних аналогів). В той же час застосування зерна амаранту без ретельної теплової обробки може викликати отруєння поросят.

Про ефективність застосування амаранту для відгодівлі курчат бройлерів свідчать роботи американських вчених. Були зроблені висновки, що для підвищення ефективності дії амарантового зерна на продуктивність курчат краще застосовувати зерно, яке пройшло термічну обробку. У цьому випадку в раціон можна додавати до 40% амарантового зерна або амарантових висівок. В наслідок чого доступність амінокислот корму була приблизно така ж як і в інших видів зерна.

Амарант – однорічна, однодомна рослина із сімейства амарантові (*Amarantheace*). Амарант в культурі високоросла, розгалуджена, добре облистяна рослина. Стебло нерівно округлене, жолобовидне, пряме, при розрідженному стоянні розгалужені, яскраво червоні або зелені, висотою від 1 до 3 метрів .

Листки – розміщені почергово, цільні, в основі видовжені в черешок. За формою вони бувають: овальні, ромбічні, яйцеподібні, ланцетні. Верхівкові листя з виїмкою і з невеликим загостренням. Листковий індекс досягає величини 6-10.

Суцвіття – складна волоть, зелена, золотиста, червона, різної інтенсивності забарвлення, довжиною 23-57 см. Квітки у амаранту дрібні, актиноморфні, із п’яти листочків з п’ятьма тичинками, двостатеві або одностатеві, однодомні або дводомні, зібрані у волоть. Повністю розкрите суцвіття може нести 10^4-10^5 одиноких квіток, зібраних у верхоцвітні суцвіття – клубочки. Головна вісь суцвіття, як правило, розгалужена. Довжина і кількість гілочок і їх кут нахилу по відношенню до головної осі визначає форму суцвіття. Система запилення у амаранту – змішана з різним рівнем само- і перехресного запилення.

Корінь амаранту стрижневий, потовщений біля кореневої шийки, розгалужений в орному шарі. При цьому частина стрижневого кореня становить біля 50% від загальної маси кореневої системи, 18-20% – корені I порядку, 30-32% – II порядку. Бокові корінці розходяться в боки частіше на 20-25, рідше до 60 см. Глибина проникнення в грунт складає 25-38 см. Незначна частина коренів в загальній біомасі амаранту (10-15%) і невисока коренезабезпеченість нею надземної частини, свідчать про інтенсивну працездатність кореневої системи як постачальника води і мінеральних речовин.

Амарант – теплолюбна рослина. Оптимальна температура фотосинтезу біля 40 ^oC, тобто на 10-15 ^oC вища, ніж у більшості традиційних культур.

Амарант – рослина тропічного походження з C_4 - типом фотосинтезу аспартатного типу. Вже сама “амінокислотна “ назва свідчить про білкову спрямованість вуглеводного метаболізму цих рослин. Хоча прямого причинного зв’язку немає, однак відомо, що підвищення частоти аспартату серед C_4 - кислот пов’язане з підвищенням фотодихального метаболізму і збільшенням синтезу білка. Таке сполучення високоефективного фотосинтезу з достатньо ефективними системами, що синтезують білок, робить амарант перспективною культурою.

Амарант відрізняється високою вимогливістю до сонячного освітлення. Його фотосинтез не досягає насичення світлом при максимально можливому в наших умовах освітленні. Деякі дослідники відзначають наявність великої площі листкової поверхні у основних видів амаранту, яка залежно від щільності посіву і площі живлення знаходиться в межах 4- 6 $м^2$, а в деяких випадках досягає 9,6 $м^2$ на 1 $м^2$ площі посіву.

Амарант – виключно посухостійка рослина. За даними дослідників, стебло у амаранту займає 40-50% загальної біомаси рослини і є головним резервуаром у накопиченні вологи. Це дозволяє воді стебла відігравати роль буфера і тим самим підтримувати водний запас в асимілюючих органах рослини.

Одержані дані, які свідчать про високу водоутримуючу здатність мезофілу листків і невисоку стабільність швидкості транспірації в денні години, дозволили авторам висловити припущення про особливість роботи продихового апарату, тобто можливість тримати продихи відкритими протягом дня. Існує гіпотеза, що тип фотосинтезу безпосередньо впливає на функціональну активність продихового апарату.

У амаранту регуляція продихів значною мірою визначається водним балансом, в той час як у рослин C_3 – типу, на ступінь відкриття продихів, впливає постійна потреба у вуглекислоті, створюючи при цьому загрозу зневодненню.

Стратегія адаптації амаранту в посушливих умовах проявляється на всіх рівнях онтогенезу – це обумовлено анатомічною будовою стебла.

Встановлено, що висока посухостійкість амаранту обумовлена не тільки його властивостями як рослини – накопичувача води (особливо в стеблі), але й здатністю клітин мезофілу листків утримувати воду.

Висока опірність мембран водовіддачі дозволяє амаранту утримувати продихи відкритими протягом усього дня, що, можливо, є однією з причин відсутності полуденної депресії фотосинтезу. При цьому величина транспіраційного коефіцієнта дорівнює всього 250-300.

Стабільність водного балансу, фотосинтетичної та ростової активності дозволяє амаранту з успіхом конкурувати з іншими сільськогосподарськими культурами в зоні нестійкого зволоження. Доведено що амарант, забезпечуючи високий врожай зеленої маси та зерна на суходолі, дає значний відгук і на зрошенні.

Амарант росте на різних типах ґрунтів в лісовій, лісостеповій і степовій зонах, за винятком дуже кислих і солонцюватих, та на ґрунтах з близьким заляганням ґрунтових вод. Вивчаючи вплив глибини залягання ґрунтових вод на ріст і розвиток амаранту, з метою визначення типу земельних ділянок заплавних угідь придатних для його вирощування, М.Н. Фисун і С.В. Гринько встановили, що на ділянках де води залягають в 50 см від поверхні ґрунту відзначається значне пригнічення рослин. Рослини низькорослі, забарвлення листя та стебла жовтувате. В місцях, де ґрунт більше як на добу заливається дощовою водою, амарант взагалі не росте.

З метою вивчення відношення рослин амаранту до реакції ґрунтового середовища були проведені вегетаційні і польові досліди в ботанічному саду Казанського державного університету. Досліди проводили на дуже кислому слабоокультуреному дерново-підзолистому ґрунті. Проведені дослідження показали, що оптимальний інтервал pH для амаранту дорівнює 5,8 - 6,3.

На основі сукупності експериментальних даних встановлено, що амарант є середньостійкою відносно засолення рослиною глікофітного типу.

Дослідження вчених і досвід виробників підтвердили, що амарант легко адаптується в нових для нього умовах. Більше того, збувається і прогноз Т.С. Мальцева про здатність амаранту підвищувати родючість ґрунтів, виступаючи як фітомеліорант. Інтенсивно поглинаючи хлористий натрій із засоленого, наприклад, після зрошення ґрунту, амарант сприяє його рекультивації. Здатність амаранту інтенсивно поглинати мінеральні речовини дає можливість використовувати його для виносу з ґрунту важких металів, пестицидів, радіонуклідів.

Вже розроблена технологія для очищення радіоактивного амаранту з метою отримання цінного кормового продукту. Крім того, сівба, скошування і подальше заорювання амаранту – прийом, який дозволяє використовувати його як прекрасний сидерат – зелене органічне добриво.

2. Вплив агрозаходів на продуктивність амаранту

Однією з важливих екологічних особливостей амаранту є пластичність, яка сприяє йому ефективно використовувати кліматичні умови зони. В той же час виникає питання відносно оптимальних строків сівби, які б забезпечували найвищий рівень реалізації продуктивності з врахуванням напрямку використання (на зелену масу, на зерно). Недотримання строків сівби призводить до часткової, а в окремих випадках і до повної втрати врожаю. При занадто ранніх строках сівби відбувається заростання посівів бур’янами, при цьому можливі пошкодження їх весняними заморозками. Одержання сходів при пізніх строках, особливо дрібнонасінних культур, до яких належить амарант, проблематичне через пересихання верхнього шару ґрунту.

Рекомендації щодо строків сівби амаранту досить суперечливі. Ю.А. Утеуш вважає, що для отримання ранніх сходів доцільніше проводити сівбу 15-30 квітня. Щоб випередити вегетацію бур’янів, можлива сівба під зиму – перед замерзанням ґрунту (це стосується тільки чорнонасінних форм).

На думку М.В. Максименка, сівбу амаранту в Лісостепу України слід проводити 20-30 травня, на півдні степової зони – 1-15 травня, на Поліссі – 1-15 червня. В.К. Рудишин, В.П. Дерев’янський, В.Г. Молдован вважають, що амарант в умовах Західного Лісостепу України слід висівати через 15-20 днів після переходу середньодобової температури повітря через +5°С. Сівба амаранту через 20-40 днів після першого строку знижує урожайність зеленої маси амаранту волотистого на 9,1-27,1%. При більш ранніх строках сівби сходи амаранту з’являються через 19-20 днів після її проведення, при більш пізніх – через 8-10 днів.

В результаті досліджень, проведених на зрошувальній дільниці Кримського СГІ, було встановлено, що найбільша врожайність зеленої маси (до 820 ц/га) формується при посіві у фізіологічно зрілий ґрунт, коли він прогрівається на глибині 10 см до 5-10°С. При більш пізній сівбі врожайність дещо знижується (до 774,3 ц/га), але при цьому зменшується забур'яненість посівів, що обумовлює зниження затрат на боротьбу з бур'янами і зменшення собівартості зеленого корму. Це свідчить про доцільність проведення сівби амаранту при температурі 17°С на глибині 10 см (початок другої декади травня). В цей час навіть бур'яни, що зійшли пізно, можуть бути знищені передпосівним обробітком ґрунту.

В зонах з сумою ефективних температур до 3600°С можливе проведення пожнивних посівів амаранту. В дослідах, проведених в степовій зоні Кабардино-Балкарії, було встановлено, що в пожнивних посівах, при зрошенні, амарант за врожайністю зеленої маси в чотири рази перевищував кукурудзу. В богарних умовах він в два рази перевищував за врожайністю цю культуру.

Вивчаючи вплив строку сівби і температурного чинника на врожайність амаранту, деякі автори вважають, що в зонах, де температура суттєво впливає на дозрівання зерна, з сівбою амаранту не слід зволікати.

Відносно способів сівби амаранту існують різні точки зору. Ю.С. Бехацький та ін. вважають, що найбільш оптимальним способом є сівба з міжряддям 45 см, який забезпечує найвищий рівень зернової продуктивності порівняно з рядковим способом. Збільшення ширини міжрядь зернових посівів до 60-75-90 см супроводжується зниженням врожайності амаранту. В умовах Башкортостану при вирощуванні амаранту на кормові цілі деякі вчені рекомендують проводити сівбу з шириною міжряддя 15 см, або широкорядним способом з міжряддям 45 см, застосовуючи норми висіву 0,18 і 0,54 кг/га, на зерно – широкорядним способом з міжряддям 60 см і 45 см з нормою висіву 0,07 - 0,12 кг/га.

Є.Н Шевченко вважає, що ширина міжряддя 45 см при густоті стояння рослин 0,5 млн шт./га є оптимальною як при вирощуванні амаранту на зелену масу, так і на зерно. В умовах зрошення в Центральному Лісостепу, як вважають В.К. Шелест та ін., найбільший збір зеленої маси амаранту волотистого забезпечується при нормі висіву 1,0 кг/га схожого насіння і ширині міжрядь 45 см. Максимальна врожайність зеленої маси амаранту волотистого – 615,6 ц/га отримана на державній дослідній станції Хмельницького НВО " Еліта" при посіві з міжряддям 15 см і нормою висіву 2 кг/га. При посіві з міжряддям 45 і 70 см та нормою висіву 1,5-1,0 кг/га врожайність зеленої маси амаранту волотистого була дещо нижчою і становила 602 і 566 ц/га відповідно.

Для реалізації потенціалу продуктивності агроценозу велике значення має визначення оптимальної густоти посіву, яка б відповідала біологічним особливостям культури, кліматичним умовам зони, а також напрямку використання врожаю (на зерно, на зелену масу, на силос тощо).

Відносно оптимальної густоти стояння рослин амаранту в літературі немає одностайної думки, однак наводяться результати, які свідчать про значну

різницю в розвитку рослин залежно від щільності стояння. Так, в дослідах А.Б. Прокофьева і Г.Н. Борисова в рідких посівах (2-7 шт./м^2) рослини мають прямостоячі стебла з гарно розвинутими боковими пагонами. Із збільшенням щільності спостерігається зменшення довжини бокових пагонів і відсутність їх при щільності стояння 70-200 шт./м^2. В загущених посівах зменшується середня вага однієї рослини, однак урожайність зеленої маси і зерна при цьому зростає і досягає максимуму при щільності 14 шт./м^2.

Було встановлено, що залежно від загущеності посівів амаранту кількість бокових пагонів може коливатись від 1,2 на одну рослину до 31,2. При цьому їх довжина може досягати 2-2,5 м.

Деякі вчені вважають, що кількість рослин не впливає на врожайність зерна амаранту, що пов'язано із здатністю рослин амаранту компенсувати збитки в даному діапазоні кількості рослин. На їх думку, густоту стояння не слід враховувати як чинник, що суттєво впливає на врожайність зерна амаранту.

В.І. Мойсеєнко, Г.М. Виниченко та О.В.Ткаченко вважають, що на загущених посівах амаранту спостерігається тенденція до збільшення нітратів в зеленій масі. Автори пов'язують це з нестачею світла для рослин, оскільки нітрати перетворюються в амінокислоти тільки при наявності світла. Крім того, збільшення густоти стояння рослин амаранту до 200 шт./м^2 не сприяє наростанню їх біомаси.

При зростанні щільності посіву амаранту від 2-х до 200 шт./м^2 маса листя окремих рослин і вміст в них хлорофілу та каротиноїдів послідовно зменшується. Спостерігається пряма залежність між хлорофіловим індексом і врожайністю у фазі цвітіння і повного дозрівання зерна. В дослідах J. Fejer максимальна врожайність зерна – 69 ц/га у американського сорту К-343 була отримана при щільності рослин 19 шт./м^2, а у сорту К-432 – 88,9 ц/га при щільності 22 рослини на 1 м^2. В умовах Татарстану при щільності посіву 30-40 рослин на погонний метр можна отримати до 1000 ц/га зеленої маси амаранту.

Невизначеність щодо оптимальної густоти стояння рослин амаранту, вимагає більш глибокого вивчення параметрів, які впливають на реалізацію продуційного потенціалу рослин залежно від щільності їх розташування в агроценозах.

3. Особливості росту й розвитку рослин амаранту в умовах півдня України

Продуктивність амаранту формується в початковий період розвитку рослин і визначається, в першу чергу, забезпеченням вологою, температурним і світловим режимом. В наших дослідах було поставлено за мету прослідкувати за ростом та розвитком рослин амаранту залежно від строку сівби. Саме цей чинник найбільш суттєво впливає через зміну усієї низки умов початкового розвитку рослин. Тут і зміна вологозабезпеченості, і різний рівень забур'яненості, і суттєві відмінності температурного режиму. Все це,

безумовно, впливає як на габітус рослин, так і на їх фізіологічний стан, змінюючи весь комплекс відповідних показників.

Н.Н. Кулєшов відмітив, що на першому етапі свого життя рослини особливо чутливі до різного типу несприятливих умов. “Тому уважне, бережливе і грамотне проведення рослин через перший етап, який закінчується появою дружніх і вчасних сходів, являється важливою умовою боротьби за врожай”.

За роки досліджень нами встановлено значну різницю між строками сівби амаранту за довжиною періоду сівба – сходи. Встановлено, що на швидкість проростання насіння амаранту впливали такі фактори як кількість атмосферних опадів, вологість та температурний режим посівного шару ґрунту (табл. 1).

Таблиця 1

Вплив агрокліматичних показників на довжину періоду «сівба – сходи»

Строк сівби	Агрокліматичні показники в період від сівби до сходів			Довжина періоду сівба-сходи, днів
	середньодобова температура повітря, ^{0}С	температура в 0-10 см шарі ґрунту, ^{0}С	кількість опадів, мм	
15 квітня	11,3	12,4	8,2	18
30 квітня	12,1	14,1	18,6	12
15 травня	18,5	19,9	21,0	10

Так, при сівбі 15 квітня, коли температура в 0-10 см шарі ґрунту була на рівні 12,4 ^{0}С, період від сівби до сходів амаранту становив 18 днів. При проведенні посіву 30 квітня та 15 травня і температурі ґрунту 14,1-20,0 ^{0}С, амарант сходив на 10-12 добу. Це підтверджується результатами досліджень ряду вчених.

Першим показником, який підлягає впливу строку сівби, є польова схожість висіяного насіння, яка з кожним строком сівби збільшувалась, що пов’язано, головним чином, з температурним режимом ґрунту та повітря, а також вологозабезпеченістю.

З усіх зовнішніх факторів на появу сходів в найбільшій мірі впливає волога. Вода, проникаючи в насінину, активізує процеси життєдіяльності. Для набубнявіння і проростання насінини важливе значення має певна її кількість. Для створення умов набубнявіння насіння необхідно, як вважає Л.С. Євтим, приблизно 15-20 мм опадів, для проростання і появи сходів – ще 15-20 мм, тобто в сумі 30-40 мм. Поглинальна здатність насіння амаранту за даними Т.І Гопцій коливається в межах 174-260 %.

Проведенні нами дослідження і одержанні при цьому результати свідчать про тісний зв’язок (r = 0,950) між польовою схожістю та строками сівби (табл. 2). Так, за показником польової схожості, який знаходився на рівні 62,4 %, перевагу мав пізній строк сівби проведений при температурі ґрунту 19,9^{0}С. При

сівбі коли температура ґрунту в шарі 0-10 см коливалась в межах 12,4-14,1^{0}С, або 15-30 квітня, польова схожість була нижчою і складала на рівні 30,7-46,9%.

Таблиця 2

Густота стояння рослин амаранту залежно від строку сівби, шт. на 1 м^2

Строк сівби	Кількість рослин		Польова схожість, %	Коефіцієнт виживання рослин
	по сходах	при збиранні		
15 квітня	46	37	30,7	0,80
30 квітня	70	54	46,9	0,77
15 травня	94	74	62,4	0,79

Одним з найбільш важливих етапів розвитку амаранту зернового напрямку є міжфазний період: сходи – поява першої пари справжніх листочків. За результатами досліджень зроблено висновок, що в цей час для рослин характерна низька інтенсивність ростових процесів, яка приводить до зниження їх конкурентоздатності до бур'янів. Це пояснюється тим, що в цей період проходе інтенсивний ріст кореневої системи амаранту.

Спостереження за впливом бур'янів на розвиток амаранту, проведенні в Інституті кормів НААН показали, що рослинам цієї культури найбільшу шкоду бур'яни завдають в перші 30-40 днів після появи сходів культури.

Проведенні нами дослідження по виявленню засміченості посівів амаранту залежно від строку сівби показали, що їх кількість зменшувалась при більш пізніх строках. Так при сівбі 15 квітня їх кількість складала 782 шт., а 15 травня зменшилась до 151 шт./м^2 (рис 1).

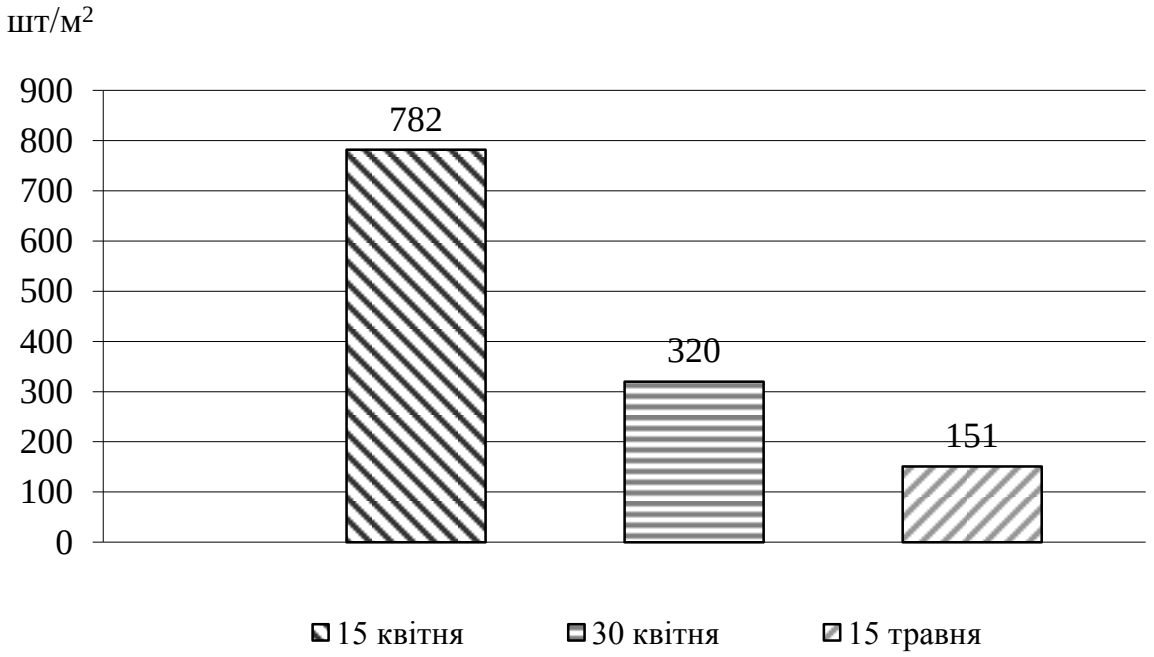

Рис 1. Вплив строку сівби на кількість бур'янів у період сходів амаранту

За роки досліджень спостереження за розвитком амаранту показали, що довжина міжфазних періодів від ранніх до більш пізніх строків сівби скорочується. При сівбі 15 квітня період сходи – цвітіння становив 70 днів. При сівбі 15 травня – 67 днів. Тривалість вегетаційного періоду відповідно 98 та 94 дні.

Згідно біометричних вимірів, проведених у фазу цвітіння, висота рослин амаранту також залежала від строків сівби. При сівбі 15 квітня вона становила 69 см, 30 квітня – 88 см та 15 травня – 93 см.

За період від сходів до бутонізації спостерігалась найбільш значна різниця між строками за середньодобовим приростом у висоту рослин амаранту. Так, найбільший приріст – 1,3 см був відмічений на посівах при сівбі 15 травня, а найменший – 0,7 см/добу 15 квітня (табл. 3).

Таблиця 3

Вплив строку сівби на лінійні показники росту рослин амаранту

Строк сівби	Фаза розвитку					
	бутонізація		Цвітіння		повна стиглість	
	висота, см	приріст, см/добу	Висота, см	приріст, см/добу	висота, см	приріст, см/добу
15 квітня	31	0,7	69	1,5	71	0,1
30 квітня	48	1,1	88	1,6	90	0,1
15 травня	53	1,3	93	1,6	95	0,1
$НІР_{05}$, см	3-7	-	4-8	-	9-11	-

Це можна пояснити лише різними агрокліматичними умовами розвитку в яких проходили початковий період росту рослини амаранту. В подальшому цей показник не мав істотної різниці між варіантами досліду.

Для досягнення високого урожаю сільськогосподарських культур необхідно керувати продукційним процесом. Регулюючи фактори та умови зовнішнього середовища, можна досягти оптимальних параметрів всіх основних фотосинтетичних показників: розмірів листового апарату, фотосинтетичного потенціалу і чистої продуктивності фотосинтезу. У формуванні високого врожаю ведуча роль належить створенню посівів з оптимальною площею листя, здатних тривалий час знаходитись в активному стані. Також дуже важливо, щоб до кінця вегетації існували умови трансформації більшої кількості пластичних речовин.

Для амаранту характерна висока активність процесу фотосинтезу та унікальна будова листкового апарату, які обумовлюють високий потенціал продуктивності. Доказана належність амаранту до рослин групи C_4. В наслідок двоступінчатої організації фотохімічних та біохімічних стадій фотосинтезу, культури цієї групи характеризуються підвищеною інтенсивністю фотосинтетичного процесу на одиницю листкової поверхні та специфічним протіканням дисиміляційних процесів, завдяки принциповим змінам в їх механізмі.

Оскільки листок відіграє важливішу роль в утворенні органічної речовини, необхідно знати розміри листової поверхні. Багатьма вченими підкреслюється наявність великої площі листкової поверхні у рослин амаранту. На думку Д. Рахметова та Я. Рибалко рослини родини амарантових в сприятливих умовах розвитку здатні в період цвітіння розвивати листову поверхню до 97-136 тис. $м^2$/га.

Нашими дослідами встановлено, що строки сівби суттєво впливають на комплекс умов, в яких рослини фотосинтезують. Зокрема, ці умови визначають особливості формування надземної маси і, разом з тим, обумовлюють показники фітоклімату в посівах амаранту.

Дослідженнями встановлено, що на протязі вегетації найбільш сприятливі умови для формування надземної маси склались при сівбі 15 травня. На цих посівах, по всім фазам розвитку рослин амаранту, було сформовано на 8,1-16,7% більше зеленої маси та на 2,1-9,6% сухої речовини порівняно з більш ранніми посівами. Як показали спостереження найбільше накопичення вегетативної маси – 3,3 кг було зафіксовано у фазу цвітіння, а сухої речовини – 680 г/$м^2$ в період молочно-воскової стиглості (табл. 4).

Таблиця 4

Вплив строку сівби на динаміку накопичення надземної маси амаранту

Строк сівби	Фаза розвитку					
	бутонізація		Цвітіння		повна стиглість	
	зелена маса, кг/$м^2$	суха маса г/$м^2$	Зелена маса, кг/$м^2$	суха маса г/$м^2$	зелена маса, кг/$м^2$	суха маса г/$м^2$
15 квітня	1,1	177	2,8	605	1,8	654
30 квітня	1,3	198	3,1	649	1,9	678
15 травня	1,4	205	3,3	660	2,0	680
$НІР_{05}$, см	0,1	9-15	0,2	19-23	0,1	8-13

В наших дослідах виявлено коливання облистяності рослин амаранту за абсолютною величиною по фазам розвитку (табл. 5). Дані таблиці свідчать про те, що найвищі значення цього показника – 29,3-42,9% спостерігаються у фазі бутонізації. В подальшому на протязі вегетації облистяність зменшується за рахунок розвитку стебла та волоті. Так, у фазу цвітіння вона становила 22,9-34,0%, а в період молочно-воскової стиглості – 16,4-26,2 %. Найвищим показником облистяності характеризувались посіви проведенні 15 травня де, залежно від фази розвитку, він становив – 26,2-42,9 %.

На перших етапах розвитку рослин амаранту площа листового апарату була на рівні 17,1 тис $м^2$/га незалежно від строку сівби. В подальшому розвитку вона збільшилась до 26,3 тис $м^2$/га у фазу цвітіння. Після відцвітання рослин площа листя їх поступово зменшується до 11,2 тис $м^2$/га. Пояснюється це тим, що період молочно-воскової стиглості характеризується інтенсивними темпами наливу зерна. З усіх вегетативних органів відбувається відтік пластичних речовин в зерно і як наслідок відмирання на сам перед нижніх ярусів листя.

Таблиця 5

Вплив строку сівби на облистяність та площу листкової поверхні рослин амаранту

Строк сівби	Фаза розвитку					
	бутонізація		цвітіння		МВС	
	облис-тянність, %	площа листкової поверхні, тис.м^2/га	облис-тянність, %	площа листкової поверхні, тис.м^2/га	облис-тянність, %	площа листкової поверхні, тис. м^2/га
15 квітня	29,3	12,3	22,9	19,0	16,4	8,2
30 квітня	38,5	17,0	29,4	25,6	20,7	10,4
15 травня	42,9	22,0	34,0	32,2	26,2	14,0

Найбільшу площу листового апарату – 32,2 тис м^2/га мали рослини останнього строку сівби в фазу цвітіння, яка перевищувала попередні строки на 23,1-42,9 %.

4. Урожайність та якість зерна амаранту

Одним із головних показником процесу вирощування сільськогосподарських культур є їх урожайність, величина яка в значній мірі залежить від багатьох факторів зовнішнього середовища, які складаються за період вегетації культури.

Щоб зрозуміти механізм змін врожаю зерна амаранту залежно від факторів, що вивчалися, важливо знати з яких компонентів на площі складається урожай. Дані, що відображають вплив строку сівби на структурні елементи урожаю амаранту наведені в таблиці 6.

Таблиця 6

Основні показники структури урожаю амаранту залежно від строку сівби

Строк сівби	Волоть		Маса зерна з волоті, г	Маса зерна з 1 м^2, г	Маса 1000 насінин, г
	довжина, см	ширина, см			
15 квітня	48	8,5	4,4	154,7	0,67
30 квітня	42	7,0	3,6	186,1	0,64
15 травня	39	6,0	2,9	208,2	0,62

Основними елементами, що складають урожай зерна цієї культури є довжина та ширина центральної волоті, маса зерна з головної волоті та з 1 м^2, а також маса 1000 насінин.

Умови вирощування при різних строках сівби відрізняються один від одного, особливо в період від моменту посіву до появи масових сходів. Тому вже на початкових фазах розвитку, при різної густоті стояння, у рослин змінюється їх розмір, що в подальшому позначається на формуванні генеративних органів і, як наслідок – на урожайності.

Наведені дані показують, що строки сівби амаранту, які вивчалися у нашому досліді, мали значний вплив на складові урожаю.

Аналізуючи за варіантами показник довжини та ширини волоті, як основного органу морфологічної структури, можна відмітити різницю між цим показником серед досліджуваних варіантів. Більш розвинутими були волоті рослин при сівбі 15 квітня – довжина волоті становила 48 см, а ширина 8,5 см, що на 23,1 та 41,7 % більше порівняно з посівами 15 травня де ці показники були на рівні 39/6,0 см.

Умови, що складалися для росту і розвитку рослин у посівах 15 травня, забезпечили вихід зерна з волоті на рівні – 2,9 г., з масою 1000 насінин 0,62 г, що відповідно на 51,7 та 8,1% менше ніж при сівбі 15 квітня. Таким чином можна зробити висновок, що структурні показники урожаю рослин краще розвиваються при ранніх строках сівби.

Проведений розрахунок виходу зерна з 1 $м^2$ посіву, враховуючи густоту стояння рослин на момент збирання врожаю, підтверджує більшу продуктивність посівів амаранту проведених 15 травня. Так, в середньому за роки досліджень вихід зерна на цих посівах становив 208,2 г, що на 34,6% перевищував посів 15 квітня.

Результати кореляційного аналізу підтверджують прямий та тісний зв'язок між врожайністю зерна амаранту та густотою стояння рослин на момент збирання (r = 0,981).

В середньому за роки досліджень серед строків сівби що вивчали, більш результативним виявився посів 15 травня з середньою врожайністю 8,2 ц/га, що перевищував більш ранні строки на 13,9-49,1 % (табл. 7).

Таблиця 7

Урожайність зерна амаранту залежно від строку сівби, ц/га

Строк сівби	Варіант технології			
	мінімізована	інтенсивна	біологізована	Середнє
15 квітня	5,0	6,1	5,5	5,5
30 квітня	7,2	7,6	7,2	7,2
15 травня	8,0	8,5	8,2	8,2
$НІР_{05}$	0,7	1,1	1,3	

Результатами досліджень показують, що ті умови та фактори які впливають на отримання сходів та на ріст рослин у початковий етап розвитку, також визначають величину врожайності амаранту.

Таким чином можна зробити висновок, що амарант володіє пластичністю по відношенню до кліматичних умов на протязі вегетації. Він може забезпечити стабільний врожай зерна як у вологому так і засушливому році. Лише зовнішні фактори в період сівба-сходи можуть вплинути на продуктивність амаранту. Тільки сівба в оптимальні строки – 15 травня, допоможе знизити негативний вплив цих факторів.

Шляхом проведення якісного аналізу було виявлено, що більш пізні строки сівби приводять до зниження вмісту білка в зерні амаранту (r = -0,999) (табл. 8).

Таблиця 8

Вміст білка та жиру в зерні амаранту залежно від строку сівби

Строк сівби	Вміст в зерні, %	Вихід, кг/га
Білок		
15 квітня	13,01	64,7
30 квітня	12,67	83,4
15 травня	11,78	88,2
Жир		
15 квітня	5,08	25,3
30 квітня	5,82	38,3
15 травня	4,98	37,3

Найбільший вміст білка – 13,01 % був отриманий при сівбі 15 квітня, проти 11,78 % в зерні отриманого на посівах 15 травня. Однак за рахунок більшої врожайності загальний вихід білка, при цьому строці сівби, був вищим і становив 88,2 кг/га.

Вміст жиру в зерні амаранту практично не залежить від строку сівби. Так, проведений кореляційний аналіз показав на середній зв'язок між цим показником та фактором впливу (r = -0,403).

При сівбі 15 квітня було отримано 25,3 кг/га олії, проведення сівби в більш оптимальні строки, за рахунок врожайності зерна, забезпечило одержання додатково 12,0-13,0 кг олії з гектара посіву.

5. Біоенергетична оцінка

Сучасне виробництво вимагає більш широкого застосування інтенсивних технологій вирощування сільськогосподарських культур. При цьому збільшуються витрати палива, енергії, що в свою чергу зумовлює збільшення енергетичних витрат. На сьогоднішній день в світі склалася тенденція зниження виробництва продукції на одиницю додатково витраченої енергії.

Одним із шляхів підвищення ефективності енерговикористання при виробництві продукції рослинництва є оптимізація технологій та збільшення виходу продукції з одиниці площі. Біоенергетичний аналіз, який є концентрованим вираженням закону збереження та перетворення енергії, дозволяє зробити порівняння енерговитрат та вмісту енергії в одержаному урожаї.

Результати проведених розрахунків показали, що найбільш ефективне енерговикористання відбувалось при сівбі 15 травня.. Приріст валової енергії на цих посівах становив 9,8 тис. МДж/га, енергетичний коефіцієнт при цьому склав 2,80. Сівба в більш ранні строки призвела до зменшення урожайності

амаранту і як наслідок приросту енергії на 19,5-84,9%. Енергетичний коефіцієнт при сівбі 15 та 30 квітня становив відповідно 2,05 і 2,57 (табл. 9).

Таблиця 9

Біоенергетичний баланс вирощування амаранту залежно від строку сівби

Строк сівби	Прихід енергії, тис. МДж/га	Витрати енергії, тис. МДж/га	Приріст валової енергії тис. МДж/га	Енергетик-ний коефіцієнт
15 квітня	10,3	5,0	5,3	2,05
30 квітня	13,5	5,3	8,2	2,57
15 травня	15,3	5,5	9,8	2,80

Аналіз енергетичної ефективності способів сівби амаранту при вирощуванні на зерно свідчить на користь широкорядного способу сівби, який має найбільший приріст валової енергії – 23,8 тис. МДж та найвищий коефіцієнт енергетичної ефективності – 4,98.

Спосіб сівби з шириною міжрядь 15 см за основними енергетичними показниками суттєво поступався широкорядному способі сівби. Приріст валової енергії отримано на рівні 11,5 тис МДж/га, а коефіцієнт енергетичної ефективності був на 61,7% меншим і становив 3,08.

За енергетичною ефективністю посіви з нормою висіву 2,25 млн шт./га при широкорядному способі сівби відрізнялись найвищими показниками. А саме, коефіцієнт енергетичної ефективності становив 5,77, приріст валової енергії – 28,6 тис МДж/га, що майже на 22,5 та 28,3%, відповідно, більше посівів з іншими нормами.

При рядковому способі сівби ефективними виявились посіви з нормою 2,25 та 3,00 млн шт./га, де показники енергетичної ефективності були майже на одному рівні – приріст валової енергії – 13,2-14,0 та коефіцієнт енергетичної ефективності – 3,40-3,54.

Висновки

1. Сівба при температурі 18-20°С в 0-10 см шарі ґрунту забезпечує одержання своєчасних сходів з мінімальним впливом забур'яненості на перших етапах розвитку. При закономірному зниженні вмісту білка та олії в зерні за умов сівби 15 травня їх загальний збір зростає за рахунок підвищення врожайності на 49,1%. Норми висіву мають найістотніший – 54,1%, вплив на польову схожість насіння амаранту. Збільшення ширини міжрядь до 60 см зумовлює більш високі структурні характеристики врожаю та вихід зерна з кращими показниками якості.

2. Встановлена оптимальна норма висіву для широкорядного способу сівби – 2,25 млн шт./га, при якій забезпечується одержання максимальної кількості сухої надземної біомаси, істотний приріст листкової поверхні та найвищий фотосинтетичний потенціал, що згодом позначається і на одержанні максимальної врожайності зерна.

3. Серед елементів мінерального живлення рослин амаранту на темно-каштанових ґрунтах вирішальне значення належить азоту. Фосфорні та калійні добрива не впливають на підвищення урожайності цієї культури. Найбільш ефективну, для реалізації продуктивного потенціалу амаранту, слід вважати розрахункову норму мінеральних добрив, яка забезпечує одержання найвищого урожаю зерна 26,1 ц, або 17,2 ц прибавки, з максимальним збором білка – 303,5 кг та олії – 120,7 кг/га. Високий енергетичний коефіцієнт і низька енергоємність продукції при високих показниках економічної ефективності та окупності мінеральних добрив дають підставу вважати розрахункову норму добрив оптимальною.

Література

1. Антонив С.Ф., Рудницкий Б.А., Бехацкий Ю.С. Влияние удобрений и способов посева амаранта на его семенную продуктивность // Материалы второго междунар. симпозиума “Новые и нетрадиционные растения и перспективы их практического использования”. – Пущино, 1997. – С. 179.
2. Ахмед-Заде А.Ш., Мамедов Н.А. Эфирное масло из амаранта багряного // Амарант: агроэкология, переработка, использование. – Казань, 1991. – С. 38-39.
3. Бабаев Г.Г. Характеристические особенности амаранта в условиях Азербайджана и роль его активности в процессе фотосинтеза // Материалы VI междунар. науч. - практ. конф. “Нетрадиционное растениеводство, экология и здоровье”. – Симферополь, 1997. – С. 128-129.
4. Бабіч А.О. Кормові і білкові ресурси світу. – Київ, 1995. – 298 с.
5. Базаров Е.И., Глинка Е.В. Методика биоэнергетической оценки технологий производства продукции растениеводства. – М.: Колос, 1983. – 43 с.
6. Бикмурзина В.Г., Сычкова Л.А., Чернов И.А., Сравнительная оценка развития корневой системы амаранта в почвах Татарской ССР. // Возделывание и использование амаранта в СССР. – Казань, 1991. – С. 91-94.
7. Володин В.М., Еремина Р.Ф. Оценка системы земледелия на биоэнергетической основе // Земледелие. – 1989. – № 2. – С. 35-37.
8. Гопцій Т.І. Амарант: біологія, вирощування, перспективи використання, селекція. // Монографія. – Харків, 1999. – 273 с.
9. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Колос, 1979. – 416 с.
10. Жилин В.И., Сарапкина О.Н., Цибульникова Е.В. Опыт интродукции амаранта Amaranthus hypochondriacus в ботаническом саду Кубанского Государственного Университета. // Материалы I Итоговой конференции молодых ученых и специалистов «Изучение и оптимизация агроэкосистем в целях повышения их продуктивности и устойчивости». – Казань,.1989. – С. 10-11.
11. Иванов Р.Г., Кадашникова И.Г., Кадашникова С.И. Рост и развитие амаранта багряного в условиях конкурентной борьбы с сорной растительностью. – Белая Церковь, 1989. – С. 53-54.
12. Кадырова З.З., Бреус И.П.,Чернов И.А. Оптимизация азотного питания амаранта багряного // Амарант: агроэкология, переработка, использование. – Казань, 1991. – С.28.
13. Леонтьева Н.А. Использование амаранта как белковой добавки в кулинарных изделиях // Материалы III междунар. конф. по селекции, технологии возделывания и переработки нетрадиционных растений. – Симферополь, 1994. – С.165.
14. Магомедов И.М. Перспективный амарант // Сельская жизнь. – 1987. – № 58. – С. 37-38.
15. Магомедов И.М., Чиркова Т.В. Амарант и возможности решения ряда экологических проблем // Материалы VI междунар. науч.-практ. конф.

“Нетрадиционное растениеводство, экология и здоровье”. – Симферополь, 1997. – С. 44.

16. Мамажанова М, Сафаров К.С. Водный режим и продуктивность амаранта // Материалы IV международного симпозиума “Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования”. – М.: Изд.-во Российского университета дружбы народов, 2001. – Т.1. – С. 79-83.

17. Мартиросян В.В., Диденко У.Н. Пищевая и биологическая ценность семян амаранта // Матер. I Международной нак. - практич. конф "Растительные ресурсы для здоровья человека (возделывание, переработка, маркетинг)". – М.: Арес, 2002. – С. 186-188.

18. Медведовський О.К., Іваненко П.І. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві. – К.: Урожай, 1988. – 205 с.

19. Методика оцінки біоенергетичної ефективності технологій виробництва сільськогосподарських культур (В.О.Ушкаренко., П.Н.Лазар., А.І.Остапенко., І.О.Бойко). – Херсон, 1997. – 21 с.

20. Нанева Д. Установеване на оптималното междуредово разстояние в посевната норма при щир, отглеждан за фураж и семена // Растен. науки. – 1988. – Т.25. – №2. – С. 40- 44.

21. Наркобылов Н.Н. К вопросу о запасном и ежегодном внесении фосфорных удобрений // Агрохимия. – 1978. – №2. – С. 38-42.

22. Настинова Г.Э. Механизмы эдафической адаптации амаранта к аридным условиям и перспективы использования его в поликультуре // Материалы IV международного симпозиума ”Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования." – М.: Изд.-во Российского университета дружбы народов, 2001. – Т.1. – С. 87 – 89.

23. Настинова Г.Э., Магомедов И.М. Опыт возделывания амаранта в Калмыкии // Калмыцкий УНТИ, 1988. – №16.

24. Никитин Д.Б. Влияние различных форм минерального азота на продуктивность амаранта // Изучение и оптимизация агроэкосистем в целях повышения их продуктивности и устойчивости. – Казань, 1989. – С.13-14.

25. Ничипорович А.А. О путях повышения фотосинтеза в посевах. В кн. – Фотосинтез и вопросы продуктивности растений. – М.: АН СССР, 1963. – С. 5-36.

26. Писковец В.В. Разработка технологии мучных кондитерских изделий с применением амарантовой муки: Автореф. дис. канд. техн. наук. – М., 1995. – 25 с.

27. Рахметов Д., Рибалко Я. Амарант знову нагадує про себе. // Пропозиція. – 2005. – № 2. – С. 67-68.

28. Рудишин В.К. Способи посіву амаранту волотистого // Перша Всеукр. конф. по проблемі вирощування, переробки і використання амаранту на кормові, харчові і інші цілі. – Вінниця, 1995. – С. 48.

29. Рудишин В.К., Дерев’янський В.П., Молдован В.Г. Ріст та розвиток рослин амаранту волотистого залежно від строку посіву // Перша Всеукр. наук.-

практ. конф. по проблемі вирощування, переробки і використання амаранту на кормові, харчові і інші цілі. – Вінниця, 1995. – С. 49-50.

30. Солоненко Л.П., Железнова Н.Б., Железнов А.В. Химический состав растений различных видов амаранта в условиях Западной Сибири // Материалы II междунар. симпозиума "Новые и нетрадиционные растения и перспективы их промышленного использования". – Пущино, 1997. – С. 28-30.

31. Утеуш Ю.А. Новые перспективные кормовые культуры. – К.: Урожай, 1991. – С. 145.

32. Царик З.А. Перспективы использования зерна амаранта в производстве мясных изделий // Материалы VII междунар. науч.- практ. конф. “Нетрадиционное растениеводство, экология и здоровье”. – Симферополь, 1998 . – С. 666.

33. Чернов И.А., Земляной Б.Я. Амарант – фабрика белка. – Казань, 1991. – 90 с.

34. Чистова В.А., Бреус И.П. Накопление элементов питания растениями A. Cruentus L. в онтогенезе. // Перша Всеукр. наук. - практ. конф. по проблемі вирощування, переробки і використання амаранту на кормові, харчові і інші цілі. – Вінниця, 1995. – С. 72-73.

35. Ярошевич М.И., Клещукевич Б.Б., Лобан С.Е. Амарант – перспективная кормовая культура. – Минск: Бел НИИНТИ, 1988. – 4 с.

36. Becker R. Preparation, composition and nutritional implications of amaranth seed oil. // Cereal Foods World. – 1989. – Vol. 34. – P. 950-953.

37. Fejer J. Vegetecn pozorovanie laskavca (Amaranthus L.) v roku 1995 // Biologizacia rastlinnej vyroby V a Vl . – Nitra. – 1996. – S. 165-171.

38. Habanova M., Haban M. Vplyv terminu sejby na urodu semien vybranych druchov laskavca (Amaranthus L.) // Biologozacia rastlinnej Vyroby V. a V1. – Nitra, 1996. – S. 100-103.

39. Lyon C.K. and Becker R.. Extraction and refining of oil from amaranth seed // J. Am. Oil Chem. Soc. – 1987. – Vol. 64. – P. 233-236.

40. Mihalik E., Nagy E. Studies on some properties of starch in cultivated Amaranthus spp. // Atti del Convegno intern “Coltivazione e miglioramento di piante officinall”. – Trento, 1996. – P. 325-328.

41. Petibscaya V., Kalenov P., Guseva T. Confectionary production of flour of white seeds amaranth. The Second International Conference on Amaranth. Olomuc. Czech Republic. – 1994. – P. 21-22.

42. Saunders R. M., Becker R. Amaranthus: A potential food and feed resource// Advances in cereal science and technology. – 1984. – Vol. 6. – P. 357-386.

43. Weber L., 20 Kaufman C. Plant breeding and seed production. University Minnesota. St. Paul. 1990. P. 34-40.

Підписано до друку 07.12.2016 р. Формат 60х90 1/16
Папір офсетний. Гарнітура Times New Roman.
Обсяг 1,4 умов. друк. арк. Тираж 100 примірників.

Віддруковано у Видавничому центрі «Колос»
ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет»

73000, м. Херсон, вул. Стрітенська (Р. Люксембург), 23
Тел. (0552) 41-44-32
Свідоцтво ХС №6 від 12 жовтня 2000 року.