

НУТ – ПЕРСПЕКТИВНА КУЛЬТУРА

ФАДСЄВ Л. В., к.т.н., директор ТОВ «Завод «Фадсєв Агро»

Загальні положення

Шановний читачу! Після ознайомлення з такою цікавою культурою, як нут, я з великою ймовірністю можу прогнозувати, що найближчими роками в Україні нут буде займати не менше 1-1,5 млн га. Спробую це довести.

Збільшення площі під ще зовсім недавно незнайомою культурою для українського агронома пояснюється двома факторами – ліквідністю насіння нуту на ринку і сприятливими умовами вирощування цієї культури на українській землі. Насіння нуту мають високу кормову, а ще в більшій мірі харчову цінність. В їх складі близько 30% білка і до 7% жиру, більше 50% безазотистих речовин, а також Ca, Mg, Fe, Zn. Причому білок за амінокислотним складом близький до ідеального і мало чим відрізняється від яєчного білка. Особлива цінність білка нуту полягає в тому, що він містить такі незамінні амінокислоти, як метіонін і триптофан у кількості 340 і 220 мг/100 г продукту. За сукупністю корисних речовин насіння нуту знаходяться в лідерах серед численних продуктів рослинного походження. Біологічна цінність білка нуту 52-78%, коефіцієнт засвоюваності 80-82%. Одна з найважливіших особливостей нуту (на відміну, наприклад, від сої) – він не містить антиживильних речовин, що вимагають інактивації високими температурами, і може вживатися в їжу

в нативному вигляді, тобто в такому вигляді, у якому збирається з поля.

Латинська назва «нут» – Cicer. Припускають, що воно походить від грецького «Kikus», що означає «сила», або «міць». Не виключено, що нут так називали за те, що він найпосухостійкіша культура з усіх зернобобових. На Близькому Сході нут почали обробляти вже 7500 років тому.

За 10 років, з 1985 по 1995 рік, виробництво нуту збільшилося у світі з 6 до 8,8 млн тонн (рис. 1).

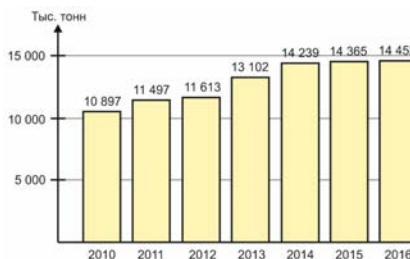


Рис. 1. Виробництво нуту у світі в період 2010-2016 рр. [1]

Нутове борошно широко застосовується в харчових технологіях в країнах Азії і Африки. У наш час нут широко вирощується в Індії, Пакистані, Туреччині, Ірані, Мексиці. Завдяки великій кількості в насінні нуту калію і кальцію нут запобігає розвитку хвороб, пов'язаних із кровоносною і нервовою системами, серцевими захворюваннями тощо. У насінні нуту міститься фолієва кислота, в її склад входять вітамін В9, який «стоїть на сторожі» життєво важливих процесів в організмі, включаючи унікальну функцію – забезпечення збереження

генетичної інформації. В одній склянці насіння нуту міститься рекомендована денна норма фолієвої кислоти.

Нут сприяє зниженню рівня холестерину в крові. Саме це зумовило підвищену увагу до цієї культури дієтологів і технологів-харчовиків. Проблема старіння населення в розвинених країнах добре відома. Зниження захворювань, пов'язаних з підвищенням рівня холестерину, можливо за рахунок введення в раціон харчування людей похилого віку продуктів зі зниженою калорійністю, але з необхідним збалансованим складом амінокислот. Саме цій вимозі відповідають білки зернобобових культур і, у першу чергу, білки нуту.

Останні дослідження в області виробництва продуктів харчування, що складаються з м'ясних і рослинних компонентів, показали, що найбільш придатним інгредієнтом для м'ясо-рослинних напівфабрикатів для функціонального харчування є нутове борошно [2].

Це пояснюється тим, що за біологічною цінністю серед бобових культур лідируюче положення займає саме нут. Також варто відзначити збалансованість амінокислотного складу білків нуту. Так, білок нуту відрізняється оптимальним для організму людини співвідношенням аргініну і лізину 1:1,6; ізолейцину і лейцину – 1:0,6; метіоніну і гістидину – 1:0,5.

Одними з найбільш споживаних і доступних продуктів є хлібобулочні вироби. Загально-

відомо також, що з підвищенням сортності борошна вміст у ньому білків знижується. Водночас статистика показує, що споживання висококалорійних видів хліба з пшеничного борошна вищого гатунку останнім часом зростає. Тому виробництво хлібобулочних низькокалорійних виробів, збагачених білкововмісними добавками з рослинної сировини, стає виключно актуальним.

Агротехнологія

Мені видається, що в Україні стосовно будь-якого питання агротехнології можна не тільки отримати глибоко професійну рекомендацію, але й заручитися науковим супроводом з вирощування будь-яких с/г культур. Такої можливості немає в жодній країні колишнього СРСР. Тільки перерахування міст, у яких діють селекційні центри, говорить саме за себе: Київ, Харків, Одеса, Дніпро, Кропивницький, Полтава, Суми, Вінниця, Львів, Херсон, Умань та ін.

Цілорічні конференції, дні поля з травня по жовтень, міжнародні і регіональні агро-виставки формують високу культуру рослинництва в Україні. Потрібно тільки поставити конкретну задачу і звернутися за консультацією щодо її вирішення до фахівців. От, якби в мене стояло завдання вирощувати нут, я б поїхав в Одесу в НЦСС НААНУ для консультації, вибору насіння і агротехнології його вирощування. Тепер ближче до теми.

Найкращий попередник нуту – озима пшениця і ярий ячмінь. Не рекомендується висівати нут після гороху, сої, люцерни, еспарцету і соняшнику. Знайомлячись з рекомендаціями практиків-агрономів, які вирощують нут, іноді дивуєшся від порад, які часто суперечать одна іншій. Але, принаймні, стає ясно, що інакше і бути не може, бо агрономія

– це система рівнянь з такою кількістю перемінних, що абсолютно ідентичних умов для вирощування не тільки нуту, а й взагалі будь-якої культури не буває. Проте є ряд рекомендацій, ефективність яких можна вважати абсолютно доведеною. До їх числа належить необхідність інокуляції насіння нуту перед сівбою.

Здатність впевнено проростати при недостатньо прогрітому ґрунті з глибини 6-7 см (а при нестачі вологи з 10 см) дозволяє сіяти нут в умовах, коли іншу культуру сіяти ризиковано. Але головна здатність нуту, як і в інших бобових, – це симбіоз з азотфіксуючими бактеріями, які за сезон в бульбах на кореневій системі рослини утворюють легкозасвоювані азотні сполуки, перетворюючи в них молекулярний азот повітря. Кількість утвореного ризобіями біологічного азоту на одному гектарі може становити 150 кг і більше, 30% з якого залишається в ґрунті після збирання нуту.

Обов'язкова умова для цього – інокуляція мікробними препаратами на основі активних штамів (рис. 2). В Україні таким препаратом є «Ризобіофіт», розроблений в Інституті сільськогосподарської мікробіології НААН.

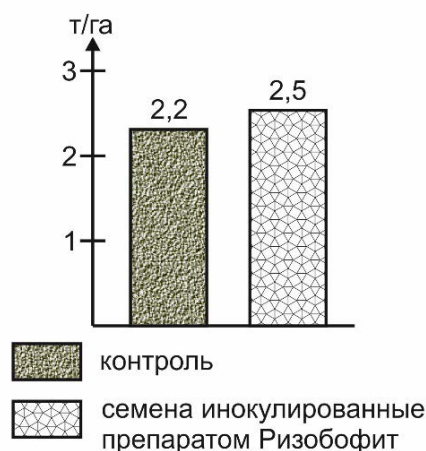


Рис. 2. Вплив інокулянту «Ризобіофіт» на врожайність нуту (осереднені дані по трьох сортах) [3]

При цьому необхідно пам'ятати, що боротьба з бур'янами за допомогою гербіцидів, з одного боку, сприяє підвищенню врожайності, а з іншого – хімічні препарати знижують активність і життєдіяльність азотфіксуючих мікроорганізмів.

Живильні речовини в поживних залишках після збирання нуту на площі один гектар еквівалентні 15-20 тоннам перегною. Не дивно, що сьогодні площі під нутом у світовому агробізнесі складають більше 10 млн га.

Проростають насіння нуту при 2-4 °С. Дружно сходять при 6-8 °С. Глибина сівби 6-7 см, але може впевнено сходити з глибини закладання до 15 см. При набуханні нуту вбирає вологи 140-160% від власної маси.

Висота рослини 30-80 см, маса 1000 шт. насінин 60-600 г. Вегетаційний період: до 75 днів – дуже скоростиглі, 75-90 днів – ранньостиглі, 95-115 днів – середньостиглі, 115-130 днів – пізньостиглі. Дозріває насіння більш рівномірно, ніж в інших бобових культурах. За 9-12 днів листя жовтіє і опадає.

Транспіраційний коефіцієнт – 340 (рис. 3). Порівняно невисокий транспіраційний коефіцієнт (кількість грамів води, яка випаровується рослиною на продукування 1 г сухої речовини) пояснює високу посухостійкість нуту. Справа в тому, що в суху спекотну погоду випаровування води через продишки листа знижує температуру листа і підтримує його життєздатність. Для цього нуту необхідно значно менше води, ніж, наприклад, сої або гороху. Біологічна особливість нуту – добре використовує мінеральні та органічні добрива. Органічні добрива необхідно вносити тільки під попередню культуру.

Нут виносить з ґрунту при врожайності 2 т/га близько 100 кг N, 36 кг P, до 150 кг K, 23 кг Mg.

грамм H₂O на
1 г сух.вещ-ва

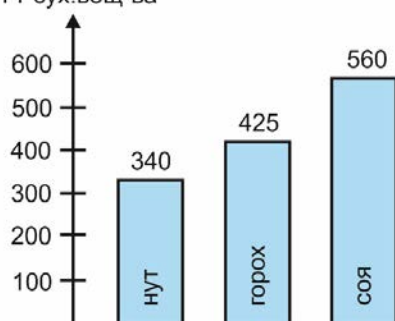


Рис. 3. Величина транспіраційного коефіцієнта різних бобових культур [1]

Найбільш системні дослідження ефективності вирощування нуту виконані О. В. Бушуляном (СГІ НЦНС). Нижче наведено його рекомендації щодо застосування препаратів із захисту нуту від хвороб, шкідників і препаратів для боротьби з бур'янами [1] (табл. № 1, 2).

Необхідно відзначити, що нутове борошно виявилось в цьому випадку найбільш придатним. Саме таку технологію випікання хлібобулочних виробів освоїли пекарі м. Саратова. Оптимальна частка нутового борошна в складі хлібопекарської сировини склала величину від 5 до 10%. Наявність у стручку, стеблі і листках нуту щавлевої, яблучної і лимонної кислот захищає нут від багатьох комах, а з тварин зелену масу нуту можуть їсти тільки вівці.

Боротьба з бур'янами при вирощуванні нуту не просте завдання. Бушулян О. В. рекомендує Рейсер, к.е. при нормі 2,0-3,0 л/га. А в якості страхових гербіцидів:

- Селект (клетодим) – 0,4-0,8 і 1,4-1,8 л/га;
- Міура (хізалофоп-П-етил) – 0,8-1,2 л/га;
- Пантера (хізалофоп-П-тефурил) – 1,0-1,5 і 1,75-2,0 л/га;
- Агіл 100 (пропахізафоп) – 1,0-1,2 л/га;
- Фюзілад Форте (флуазифоп-П-бутил) – 1,0-2,0 і 2,0-3,0 л/га.

Таблиця № 1. Препарати проти хвороб на нуті

Препарат (діюча речовина)	Норма витрати	Об'єкт, проти якого використовується
Коронет, к.с. + Метро (трифлуксістробін, 100 г/л + тебуконазол, 200 г/л)	0,6 л/га + 0,4 л/га	Аскохітоз, іржа
Тілмор, к.е. (протиокназол, 80 г/л + тебуконазол, 160 г/л)	0,7-0,9 л/га	Фузаріоз, аскохітоз
Фолікур (тебуконазол, 250 г/л)	0,75-1,0 л/га	Фузаріоз, аскохітоз
Імпакт Т, к.с. (флутриафол, 75 г/л + тебуконазол, 225 г/л)	0,6-1,0 л/га	Фузаріоз, іржа
Супрім 400 (тебуконазол, 133 г/л + прохлораз, 267 г/л)	0,75-1,5 л/га	Фузаріоз
Колосаль Про (пропіконазол, 300 г/л + тебуконазол, 200 г/л)	0,4-0,6 л/га	Аскохітоз, іржа
Спіріт, к.с. (епоксіконазол, 160 г/л + азоксістробін, 240 г/л)	0,5-0,7 л/га	Аскохітоз, іржа, плямистості
Бампер супер, к.е. (пропіконазол, 90 г/л + прохлораз, 400 г/л)	0,8-1,0 л/га	Аскохітоз, плямистості
Кустодія, к.с. (тебуконазол, 200 г/л + азоксістробін, 120 г/л)	1,0-1,2 л/га	Аскохітоз, іржа, фузаріоз
Мерпан, в.г. (каптан, 800 г/кг)	2,0-2,5 кг/га	Аскохітоз, фузаріоз

Таблиця № 2. Інсектициди проти шкідників нуту

Препарат (діюча речовина)	Норма витрати	Шкідники, проти яких використовується
Коннект, к.е. (імідаклоприд, 100 г/л + цифлутрин, 12,5 г/л)	0,5 л/га	Мінуюча муха, совки, огневки
Борей, к.с. (імідаклоприд, 150 г/л + лямбда-цигалотрин, 50 г/л)	0,14 л/га	Мінуюча муха, совки, огневки
Протеус, к.е. (тіаклоприд, 100 г/л + дельтаметрин, 10 г/л)	0,5-0,75 л/га	Мінуюча муха, совки, огневки
Брейк, м.к.м. (лямбда-цигалотрин, 100 г/л)	0,07-0,1 л/га	Совки, вогнівки
Децис Профі (дельтаметрин, 250 г/л)	0,04 л/га	Совки, вогнівки
Актеллік (піриміфос-метил, 500 г/л)	1,0 л/га	Совки, вогнівки
Сіроко, к.е. (диметоат, 400 г/л)	0,5-1,0 л/га	Совки, вогнівки
Когінол, р.к. (імідаклоприд, 200 г/л)	0,3-0,4 л/га	Мінуюча муха, совки, вогнівки
Пірінекс Супер, к.е. (хлорпірифос, 400 г/л + біфентрин, 20 г/л)	0,75-1,25 л/га	Мінуюча муха, совки, вогнівки
Рімон Фаст, к.с. (новалурон, 50 мг/л + біфентрин, 50 г/л)	0,4-0,6 л/га	Мінуюча муха, совки, вогнівки

Повторюся, в Україні успішно ведеться селекція нових сортів нуту і накопичений хороший досвід його вирощування. Тому отримати необхідну консультацію немає ніяких проблем.

Передпосівна обробка нуту

Нут може мати десятки хвороб, але в Україні домінуючими є дві: аскохітоз і фузаріоз. Аскохітоз – патоген вегетативної маси, а фузаріоз – ґрун-

товий патоген. Захист від цих хвороб докладно описаний у спеціальній літературі [4]. Але універсальний і попереджувачий засіб – це передпосівна обробка насіння нуту.

За рекомендацією селекціонерів О. В. Бушеляна і В. І. Січкаря [4] найкращими препаратами для передпосівної обробки насіння нуту є Вітавакс ФФ і Максим XL025. Після обробки насіння проростали краще, довжина проростків була на 17-18% більше, а довжина зародкових коренів на 36-45% більше, ніж у контролі. У контролі вже через п'ять днів інфекція покривала рослини повністю. Польова схожість обробленого насіння виявилася вищою на 22-29% у порівнянні з контролем.

Крім того, препарат Вітавакс ФФ не пригнічує формування бульб на коренях нуту. Оброблене насіння захищає рослини від розвитку кореневої і стебло-листяної гнилей та аскохітозу.

Обробка насіння препаратами захисту на наших протруювачах може поєднуватися з обробкою насіння мікроелементами або росторегулюючими препаратами (рис. 4). Препарати знаходяться в різних ємностях, тому задана витрата кожного з них забезпечується автономними системами подачі.



Рис. 4. Протравлювач насіння Фадєєва (ПСФ)

Обробку насіння нуту доцільно проводити не пізніше ніж за два тижні до сівби, а інокулюють безпосередньо перед сівбою [4].

Розміщувати поля нуту поблизу (500-700 м) від лісосмуг з акацією не рекомендується через можливе ураження нуту акаціевою вогнівкою.

Посухостійкість нуту пояснюється двома властивостями: по-перше, довжина кореня складає більше метра, і розвиток кореня на перших етапах розвитку випереджає зростання наземної частини; по-друге, вода в рослині нуту пов'язана в клітинах, що утримує її в рослині і пояснює низьку інтенсивність випаровування. У Туреччині нут вирощують при опадах за період вегетації, що не перевищують 100-150 мм.

Нут не потребує ґрунтів високої якості. Рівень рН повинен бути від 6 до 9, нижчі показники збільшують імовірність ураження грибовими захворюваннями.

Нут при покритті сніговим покривом до 5 см витримує морози до -25 °С, без снігового покриву – до -12 °С. У період вегетації нічна температура повинна бути + 21-24 °С, денна + 29-30 °С.

Переважає нуту в розвитку кореневої системи, що випереджає зростання наземної частини, робить його вразливим в іншому – до змикання листя бур'ян встигає зайняти вільне місце. Основна проблема при вирощуванні нуту – бур'ян, особливо багаторічний і широколистяний. Найкращий спосіб – вивести бур'ян на попередніх нуту культурах. Проблема ускладнюється ще й тим, що для нуту немає гербіцидів. Основна надія на механічну боротьбу з бур'яном.

Нут із зернобобових культур менш травмуються, ніж квасоля або горох, але при збиранні велику роль відіграє фаза стиглості. Недозріле насіння легко мнеться, а доспіле обмолочується при низьких оботах барабана практично без травм. На рисунку 5 наведено відповідні результати дослідження.



Рис. 5. Залежність травмованості насіння нуту (змицання) при збиранні. Різна фаза стиглості (Мезенцев В. А., Інститут ім. В. Я. Юр'єва, 2014 г.)

При необхідності перед збиранням можлива десикація, після якої через 4-7 днів можна починати збирання. Рівноважна вологість нуту 14%. Сушити зерно нуту необхідно в щадному режимі – температура теплоносія не більше 40 °С при вологості 18-19% і не більше 30 °С при вологості 25-30%. Влагозем за один період сушіння не більше 4%.

У разі, коли немає однозначної відповіді на правильність того чи іншого агроприйому, більш-менш об'єктивною оцінкою ефективності є рентабельність виробництва. Так, стосовно до нуту на рисунку 6, 7 наведені порівняння рентабельності при різних варіантах сівби за термінами, міжряддям і нормами висіву.

В оптимізації внесення добрив при вирощуванні нуту існує протиріччя. Фахівці Національного університету біоресурсів наводять дані досліджень, коли оптимальною дозою внесення добрив є $N_{60}P_{60}K_{60}$ [6], а в багатьох інших дослідженнях рекомендується

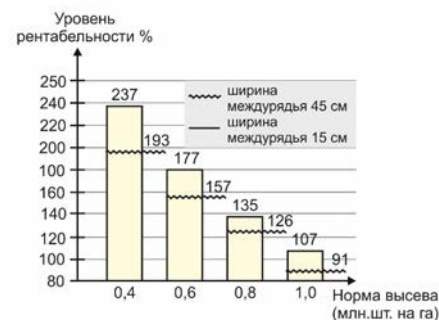


Рис. 6. Рентабельність при вирощуванні нуту при різній нормі висіву і величині міжряддя (осереднені дані за 4 роки) [5]

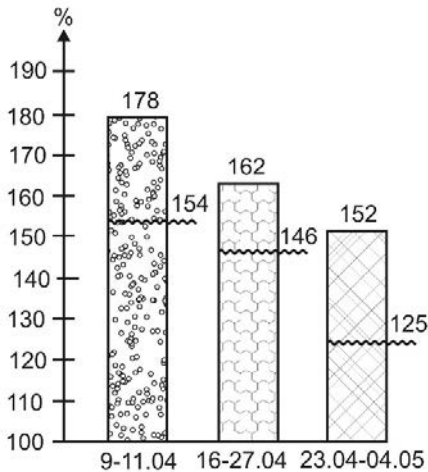


Рис. 7. Рентабельність при вирощуванні нуту в залежності від строків сівби і величини міжряддя (осереднені дані за 3-4 роки) [5]

норма внесення азоту не більше 30 кг/га з тієї причини, що надлишковий азот пригнічує життєдіяльність бульбочкових бактерій [5].

Проте результати Н. В. Новицької та І. Т. Барзо [6] представляють інтерес, оскільки крім впливу мінерального азоту кількісно оцінюється роль інокуляції (рис. 8).



Рис. 8. Вплив мінерального азоту на ефективність симбіотичної азотфіксації [6]

Дослідження цікаві тим, що дозволяють зробити такі висновки:

- інокуляція нуту є обов'язковою;
- надлишок привнесеного азоту пригнічує діяльність бульбочкових бактерій; допустима норма азоту не більше 60 кг/га.

Цим висновкам не суперечать результати інших досліджень. Так, на рисунках 9, 10 наведені результати досліджень впливу норми внесених добрив N₃₀P₃₀K₃₀ на врожайність нуту, частку протеїну в зернах і масу 1000 шт. насіння.

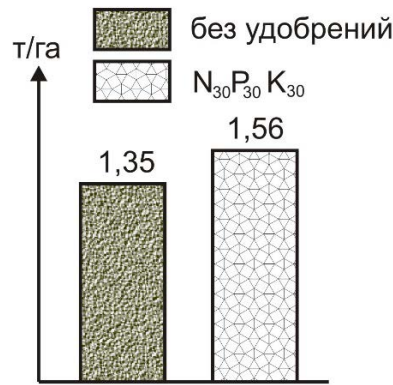


Рис. 9. Урожайність зерна нуту в залежності від фону (усереднені дані за вісьмома сортами за три роки) [5]

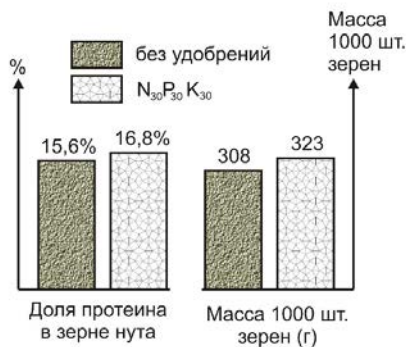


Рис. 10. Частка протеїну в зернах нуту і маса 1000 шт. насіння при різному фоні (усереднені дані по семи сортах) [5]

Для отримання більш детальних рекомендацій з вирощування нуту і, перш за все, з його захисту від хвороб і шкідників можна порадити статтю: «Горох волохатий» [4].

Загалом, нут припав, як кажуть, «до двору», для вирощування на землях України з наступних причин:

- здатність використовувати важкозасвоювані для зернових культур мінеральні сполуки як з верхніх, так і з нижніх шарів ґрунту;
- різні сорти нуту по вегетації знаходяться в широкому діапазоні від 70 до 130 днів;
- на відміну від інших зернобобових, насіння нуту дозрівають одночасно за короткий період, що дозволяє уникнути недомолоту (на відміну, напри-

клад, від сої) при збиранні, при цьому плоди нуту при перестой не розтріскуються;

- нут добре переносить перепади температур (проростає при температурі 2-4 °С, дружно сходить при температурі 6-8 °С, витримує короточасні заморозки до -25 °С під шаром снігу до 5 см, переносить весняні заморозки відразу після танення снігу до -16 °С, а після відновлення зростання до -8 °С; у спеку до температури повітря + 40 °С здатний протягом тижня і більше зберігати стійку життєздатність);
- рослини нуту практично не вилягають, а боби не обсыпаються;
- краще за інших бобових зростає на засоленних ґрунтах;
- добре росте після кукурудзи і сої, є добрим попередником для озимої пшениці і кукурудзи;
- не знижує продуктивності при чотирирічній сівозміні;
- нут – культура, яка в посушливих районах може замінити пар;
- високе прикріплення на стеблі бобів (20 см) не створює проблем при збиранні.

3 труднощі вирощування необхідно відзначити:

1. Труднощі боротьби з бур'янами. Всі страхові гербіциди для інших бобових культур для нуту не підходять. Основний метод боротьби з бур'янами – боронування до-сходове і післясходове через 4-5 днів після сходів.

2. Нут дуже чутливий до залишкової дії деяких гербіцидів, які застосовувалися при вирощуванні попередніх культур.

Особливості очищення нуту і виробництва насіння

Оскільки я впроваджую обладнання, яке не травмує насіння, і пофракційну технологію виробництва сильного насіння, то нут – «моя» культура, оскільки його насіння від-

носитися до легкотравмованих, а різниця в масі 1000 шт. насіння коливається від 60 до 600 г. Тобто формувати посівну норму без поділу насіння на фракції за розмірами просто неможливо, а тому легко реалізувати наступний крок у виробництві сильного насіння нуту – пофракційне (тобто після калібрування за розміром на фракції) виділення високопродуктивного насіння нуту за допомогою пофракційної сепарації його по щільності на пневмовібростолі.

Шановний читачу! Я давно шукав нагоди, щоб висловити свою думку щодо можливості зерноочищувальних машин, побудованих за принципом сепарації зерна в повітряному потоці, що зносить, і ось цей випадок представився завдяки нуту.

Після того як до нас на завод з виробництва сильного насіння (щадна пофракційна технологія) надійшла партія насіння нуту після його очищення на аеросепараторах, яких на с/г підприємствах України працює велика кількість, я вирішив далі не відкладати розмову з читачем на цю тему.

На ринку України машини з очищення зерна, що використовують у своїй основі взаємодію потоку повітря, що зносить, із потоком зерна, що сиплеться в цей потік, представлені багатьма фірмами («ТОР», «Агросепмаш», «Сад», «Алмаз» тощо). Аналогічні за принципом дії машини виробляють і в Росії («Клас», пневмокласифікатор насіння тощо).

Таку дружну появу машин з очищення за принципом зсипання зерна в потік повітря легко пояснити. Надзвичайно простий і зрозумілий принцип роботи такої машини, яка не потребує при її виробництві складної механіки, виявився під силу структурам, які не мають великих виробничих можливостей.

Хороший маркетинг і масована реклама дозволили успішно просунути такі машини на ринку. Само по собі це добре. Якщо не брати на віру деякі перехлести в рекламній інформації про можливості самого способу такого очищення, то, загалом, такі машини дозволяють очистити зерно практично без його травмування в самій машині. Переваги таких машин дозволяють стверджувати, що більш дешевого способу облагородити забруднене зерно поки назвати важко.

Саме тому ці машини користуються попитом, і я б рекомендував мати їх у кожному господарстві. Проте розробникам таких машин і обов'язково покупцям треба розуміти реальні можливості самого способу такого очищення без проєкції його на конкретні машини. Розглянемо межі можливої якості очищення зерна при зсипанні його в потік повітря, що зносить. Як правило, у потік повітря в аеросепараторах зсипається різномірний матеріал за розмірами, формою, щільністю тощо.

Тому для аналізу такої взаємодії потоку повітря із зерном, що зсипається в нього, розглянемо вплив на траєкторію руху зерна таких параметрів, як розмір, форма і щільність. За щільністю насіння одних і тих самих с/г культур можуть відрізнятися в різному ступені. Відмінність ця пояснюється як неоднаковістю щільності тіла насіння (ендосперму, сім'ядолі і т. д.), обумовленою місцем положення на материнській рослині, так і різним співвідношенням в сім'янці крохмалю білка, жиру і захисних плівок. Так, різниця щільності в однакових за розміром зернин ячменю становить близько 10%; пшениці – 6-7%, сої, нуту та інших бобових – на рівні 5%, а от у соняшника щільність може відрізнятися в рази.

Тому ми для аналізу візьмемо культуру з невеликою відмінністю щільності – нут.

Нам на завод з виробництва сильного насіння привезли понад 6 тонн суміші насіння нуту зі сміттям, отриманого після очищення 63 тонн на аеросепараторі, з проханням його очистити і довести до необхідної кондиції. Насіння нуту в замовника спочатку пройшло первинне очищення і вже після нього було пропущено через аеродинамічний сепаратор.

Механізм взаємодії падаючого зерна з потоком повітря, що зносить, в аеросепараторах

Умовно фракції на виході після очищення зерна на аеросепараторах можна поділити на три категорії: добре очищене і відсортоване зерно (перші сходи), недостатньо очищене зерно (середні сходи) і сміття, яке легко витає (останні сходи). Простота такого поділу є явною перевагою. Дуже часто виявляється, що такого очищення достатньо для якогось, за часом безпроблемного, зберігання зерна до наступного більш суворого очищення його на машинах іншого типу. Якщо середню недоочищену і недоотсортовану фракцію повторно пропустити через аеросепаратор, то з неї можна (при відповідному регулюванні режиму) виділити ще частину зерна, яке допустимо віднести до чистого.

Розглянемо причини, за якими не можна при такому способі строго розділити всю партію вихідного матеріалу ні за розмірами, ні за щільністю, ні за формою.

Причини такі:

1. Дуже короткий час взаємодії зернівки з потоком повітря, що зносить (0,8-1,2 сек).

2. Нерівномірність струменів повітря, як за швидкістю, так і за масштабами турбулентності.

3. Випадкове положення сім'янки при її попаданні в потік повітря, що зносить.

Перш за все, це принципово для насіння складної форми – соняшник, кукурудза, льон тощо.

Але навіть якщо ми усунемо другий недолік (що мені вдалося вирішити в струменевому сепараторі ССФ-10), ми все одно змушені миритися з коротким часом впливу потоку повітря на зерно (час його падіння) і випадковою орієнтацією зернівки при її зустрічі з потоком повітря.

І навіть якщо припустити, що нам вдалося сформувати вирівняний по основним параметрам потік повітря з глибоким монотонним регулюванням його швидкості руху і що до зустрічі з потоком ми можемо орієнтувати сім'янку так, як її розгорнув би потік (за найменшим опором – згідно із законом взаємодії в'язкого газу – повітря при обтіканні твердого тіла зі зміщеним центром маси – зернівки (рис. 11)), ми все одно потрапляємо в невизначеність траєкторії руху частинки, викликану наявністю трьох неоднакових складових: щільності частинки (ρ – г/мм³), її форми і розміру. Для спрощення подальшого аналізу припустимо однаковість за формою всіх частинок у вигляді кулі і залишимо тільки дві змінні – щільність і розмір частинок.

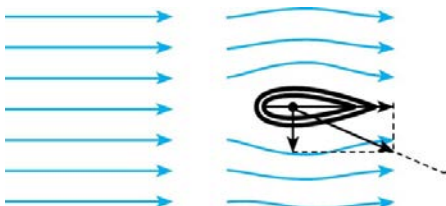


Рис. 11. Положення сім'янки в потоці повітря через деякий час після їх зустрічі

Розглянемо два варіанти: рівність щільності при різних розмірах зернівок і навпаки. Якщо щільності зернівок однакові, але розміри різні, то дрібне зерно полетить далі великого з тієї причини, що відношення його поверхні, що омивається, до маси більше

(при зменшенні радіусу частинки її поверхні зменшуються в другому ступені, а обсяг, тобто маса, у третьому, і тому в'язкому повітря «легше» зносити більш дрібну частинку далі). Частинки розміром до 30 мкм, взагалі, не мають своїх балістичних траєкторій і рухаються, перебуваючи в повній владі повітряних цівок, що часто використовують для візуалізації структури течії повітря. У разі якщо частинки однакові за формою (це ми допустили) і рівні за розмірами, але різні за щільністю, то в силу рівних площ, що омиваються, потік повітря легшу частинку понесе далі (Земля швидше притягне важку частинку (рис. 12)).

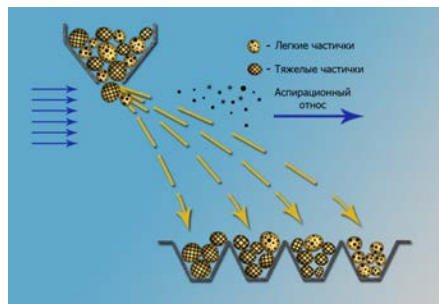


Рис. 12. Схема ймовірного розподілу частинок різного розміру і різної щільності під впливом потоку повітря, що зносить, у гравітаційному полі Землі

Таким чином, виходить (у межах розглянутих припущень), що в перший схід аеросепаратора потрапляють великі важкі частинки, в останній – різного розміру, але легкі, а в середні потрапляє фракція, яка представляє суміш зерен різного розміру і різної щільності.

Зміна швидкості потоку, що зносить, призведе тільки до зміни співвідношень розподілу частинок, а суть розподілу залишиться тією ж, бо сам принцип такого розподілу підкоряється закону взаємодії потоку в'язкого газу з твердою часткою, що падає в гравітаційному полі Землі (людина хотіла б літати, але вище 2,5 м стрибнути не може). Допущення про однаковість за формою частинок

(куля) цілих насінин нуту цілком коректно, оскільки цілі насінини нуту за формою близькі до кулі, тому їх положення перед зустріччю з потоком практично не позначається на траєкторії їх руху в одновимірному потоці повітря, що зносить, а ось половинки нуту – зовсім інша справа.

Розглянемо, як будуть переміщатися частинки (половинки сім'янки нуту) неосесиметричної форми за умови, що їх положення щодо потоку в процесі падіння не змінюється (рис. 13).

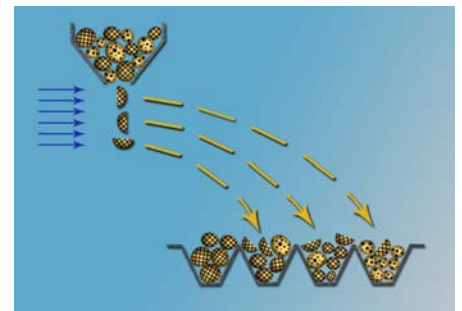


Рис. 13. Схема ймовірного розподілу частинок неосесиметричної форми в залежності від їх положення в потоці повітря, що зносить

Згідно із законом аеродинаміки частинка з меншим опором потоку впаде ближче, ніж частинка з великим опором – їх потік віднесе далі. Саме такий розподіл відбувається в аеросепараторах. Так, в суміші насіння нуту, що нам привезли, половинок нуту було кілька тонн. Не дивно, що з 63 тонн нуту, що пройшов через аеросепаратор, половинок виявилось навіть у першому сході більше тонн.

А якщо зняти всі припущення, прийняті нами для простоти аналізу, то в реальному процесі аеросепарації отримаємо те, що й отримуємо при такому поділі – у середніх сходах виявиться не тільки зерно різних розмірів, різних форм і щільності, а й легковитаєме сміття, занесене туди через вихрову структуру повітряного потоку, що ми й спостерігаємо в привезеній нам партії нуту, відібрав

ного із середніх сходів аеросепаратора. Зовнішній вигляд матеріалу, що надійшов, наведено на фото (рис. 14).



Рис. 14. Фрагмент суміші цілих зерен нуту, половинок і сміття, яка зійшла із середніх сходів аеросепаратора

Загальна кількість суміші нуту, зернової домішки і сміття, що надійшла до нас на завод, склала 6400 кг – це 10% від загального обсягу, пропущеного через аеросепаратор при очищенні насіння нуту в замовника, тобто той матеріал, який потрапив в середні сходи аеросепаратора.

Оскільки впроваджувана нами пофракційна технологія виробництва сильного насіння забезпечує глибоке очищення зерна від різного сміття, суворе калібрування за розмірами і сепарацію за щільністю, то ми з упевненістю почали виділяти з цієї суміші кондиційне насіння нуту. Схема заводу приведена на рисунку 15.

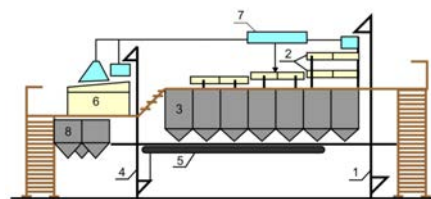


Рис. 15. Блок-схема заводу з виробництва сильного насіння (щадна пофракційна технологія Фадєєва)

1. Щадна норія подачі матеріалу на очищення і калібрування.
2. Очищувальний калібратор (ОКФ-4).
3. Бункери для пофракційного розміщення матеріалу.
4. Щадна норія подачі матеріалу на пневмовіброс.
5. Стрічковий реверсивний транспортер.
6. Пневмовіброс (ПВСФ-5).
7. Система аспірації.
8. Бункери прийому насіння різної щільності.

Технологія очищення нуту і виробництва насіння

На очищувально-калібрувальній машині, на яку суміш зерна нуту з домішками і сміттям була піднята щадною тихохідною норією, були встановлені сита і решета в такому варіанті (рис. 16).

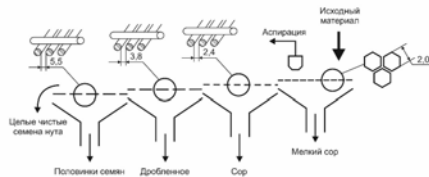


Рис. 16. Послідовність установок сит (решіт) для очищення та сортування суміші нуту, зернової домішки і сміття

Із суміші на першому розсіві був видалений мертвий відхід – мінеральне рослинне сміття, який пройшов через сито Фадєєва 2,0. На наступному очищувальному калібраторі через решето Фадєєва 2,4 було видалене довге рослинне сміття, придатне до переробки на пелети. Далі на очищувальному калібраторі було встановлено решето Фадєєва 3,8, через яке пройшла зернова домішка (подрібнений нут).

Далі суміш надійшла на очищувальний калібратор, на якому решета Фадєєва з характерним розміром 5,5 дозволили зі 100% результатом розділити цілі насінини нуту (схід з решета) від половинок за рахунок того, що на таких решетах половинка насіння бобових культур повертається і проходить в отвір прямокутної форми у вигляді подовженої воронки, що добре видно на прикладі насіння сої (рис. 17).

Таким чином, суміш насіння нуту із зерною домішкою і сміттям була поділена на 5 фракцій:

- ціле чисте насіння нуту (схід з решета 5,5);
- половинки насіння нуту і співрозмірне сміття (прохід через решето 5,5);
- подрібнене зерно (прохід через решето 3,8);

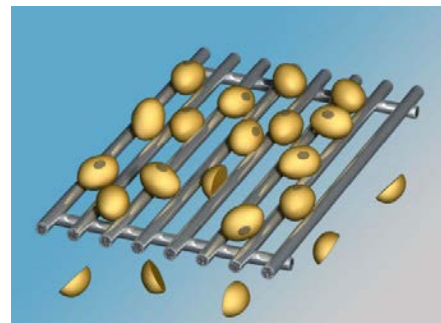


Рис. 17. Принцип взаємодії сої з решетами нової геометрії

– сміття і дрібне сміття, що пройшло відповідно через щілинне і гексагональне сито. На фото наведені дві фракції: цілі зерна і половинки зерен з відповідним сміттям (рис. 18, 19).



Рис. 18. Фрагмент суміші половинок насіння нуту і співрозмірного сміття, що пройшло через решето Фадєєва 5,5 мм



Рис. 19. Фрагмент партії цілого чистого насіння нуту, яке зійшло з решета Фадєєва 5,5 мм

На наведених фотографіях добре видно, що всі половинки нуту пройшли через решето 5,5, а цілі насінини зійшли з нього.

На пневмовібросі для сепарації насіння нуту по щільності було спрямовано виключно ціле насіння, що дозволило видалити легкі і уражені зерна нуту. Після сепарації насіння

Таблиця № 3

Чистота	99,60%
Відхід, усього	0,4%
Насіння інших культурних рослин	0%
Насіння бур'янів	0%
Насіння карантинного бур'яну	0%
Енергія проростання	82%
Схожість	90%
Вологість	10,8%
Маса 1000 шт. насінин	280,6 г



Рис. 20. Насіння нуту після сепарації за щільністю на пневмовібростолі

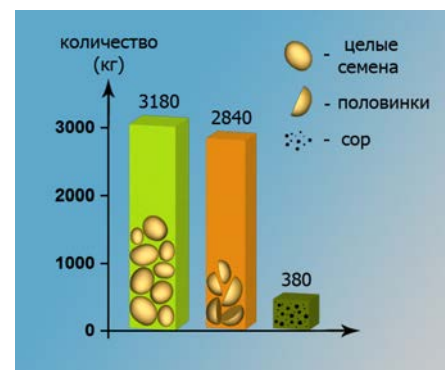


Рис. 21. Дольовий розподіл зерен нуту, половинок і сміття після очищення і сортування суміші на мінізаводі

нуту по щільності важка фракція була досліджена на посівні якості – схожість і енергію проростання. Нижче наведені результати аналізу (табл. № 3).

Мене настільки захопив процес очищення насіння нуту, що я вирішив довести його якість до максимально можливої і виконати сепарацію насіння нуту по щільності на пневмовібростолі, щоб оцінити посівні та врожайні якості.

Природно, що на пневмовібростолі все легке насіння нуту було видалено, а важке кондиційне насіння було спрямовано для аналізу в насінневу лабораторію (рис. 20).

За висновком насінневої лабораторії насіннєві (а отже, й врожайні) якості відібраного нуту з привезених нам відходів виявилися вище показників для насіння нуту високих репродукцій. Так скільки може коштувати такий завод, на якому за 2,5 години зі суміші відходів (6,4 тонни) було виділено понад три тонни високопотенційного насіння нуту?

Таким чином, щадна пофракційна технологія виробництва сильного насіння дозволяє навіть з партії насіння, у якій більше половини зернової домішки і сміття, за один прохід виділити практично без залишку кондиційне насіння.

Результат поділу всієї партії (6400 кг) наведено на рисунку 21.

Шановний читачу! Я «натискаю» на слова «щадна технологія», оскільки в цій партії нуту, що надійшла на аеросепаратор, близько 10% (більше 5 тонн з 63 т) складали половинки зерен. Це результат травмуючого первинного очищення. Як відомо, половинка зерна бобових культур дихає в 6 разів інтенсивніше за ціле зерно, тим самим погіршуючи збереження всієї основної маси зерна і підвищуючи ризики виникнення вогнищ самозігрівання.

Таким чином, в якості висновку можна сказати, що аеросепаратори мають явну перевагу за рахунок своєї простоти і дешевизни і можуть бути без обмежень використані для видалення легковитаємого сміття для будь-яких с/г культур. А для калібрування насіння за розмірами, за щільністю і, загалом, для більш суворого очищення необхідно застосовувати машини, які відповідають зазначеним завданням.

Список використаної літератури

1. Бушулян О. В., канд. с.-г. наук, с.н.с., заст. директора з наукової та інвестиційно-інноваційної роботи. Селекційно-генетичний інститут – Національний центр насіннєзнавства та сортовивчання. Сучасна інтегрована система вирощування нуту. Конференція «Бобові культури. Назустріч викликам глобального попиту». 23.11.2017.
2. Шарипова Т. В., Мандро Н. М. Переработка продукции сельского хозяйства. Перспективы использования зернобобовой культуры нут в производстве мясорастительных

продуктов для геродиетического питания. Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2012. № 12 (98). С. 102–106.

3. Волкогон В. В., Бердніков О. М., Центило Л. В. та ін. Мікробні препарати. Особливості застосування в технологіях вирощування сільськогосподарських культур : монографія. Посібник українського хлібороба. 2013. Том 2. С. 44–73.

4. Клиша А., д-р с.-г. наук, Кулініч О., канд. с.-г. наук, ДУ Інститут сільського господарства степової зони НААН України. Горох волохатий. The Ukrainian Farmer. 2016. Березень. С. 68–72.

5. Черенков А. В., д.с.-г.н., членкор. НААНУ; Гирка А. Д., к.с.-г.н.; Бочевар О. В., к.с.-г.н.; Сидоренко Ю. Я., к.с.-г.н.; Ільєнко О. В., к.с.-г.н. Технологічні особливості вирощування нуту в північному степу України. Посібник українського хлібороба. 2013. Том 2. С. 196–198.

6. Новицька Н. В., к.с.-г.н., Барзо І. Т., Національний університет біоресурсів і природокористування України. Оптимізація нітрогеназної активності бульбочок нуту. 2014. № 2, травень. С. 154–161.