

УДК 633.34/.35:363.085.52

DOI: 10.31651/2076-5835-2018-1-2019-2-63-73

Приходько В. О.¹, Полторецький С. П.¹,
Білоножко В. Я.²

ЕКОЛОГО-БІОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ПІДБОРУ КОМПОНЕНТІВ ДЛЯ ЗМІШАНИХ ПОСІВІВ КОРМОВИХ КУЛЬТУР

Наведено аналітичний огляд вітчизняних і зарубіжних літературних джерел, щодо еколого-біологічних особливостей підбору компонентів змішаних посівів кукурудзи з високобілковими культурами для формування найвищої врожаності високоякісних кормів. В результаті проведеного аналізу встановлено, що науковці не мають єдиної думки стосовно оптимального видового складу сумішок при вирощуванні на корм.

Проте, змішані посіви кукурудзи з високобілковими компонентами, порівняно з одновидовими здатні забезпечити вищу врожайність зеленої маси та збір перетравного протеїну. При цьому сумісна сівба сприяє покращенню ростових процесів усіх культур за рахунок оптимізації водного і поживного режимів ґрунту, світлових і температурних умов та процесів фотосинтезу надземною масою рослин.

Ключові слова: кукурудза, високобілкові культури, одновидовий і змішаний посів, урожайність, якість корму, перетравний протеїн, кормова одиниця.

Постановка проблеми. Основним завданням галузі рослинництва і супутньої їй кормовиробництва є виробництво кормів в необхідній кількості для безперебійного забезпечення тваринництва високоякісними, дешевими, а головне збалансованими за протеїном кормами.

Нажаль, за останні кілька років поголів'я великої рогатої худоби скоротилося у 2,7 рази. Дефіцит перетравного протеїну в раціонах тварин становить 25%, що призводить до перевитрати кормів у 1,3–1,4 рази та недобору продукції на 30–34% і в свою чергу до здорожчання продукції у 2,5 рази.

Вирішити ці проблеми можна використовуючи змішані посіви кукурудзи з високобілковими компонентами.

Актуальність теми. Кукурудза є однією з найпоширеніших кормових культур, в її зеленій масі та силосі міститься багато вуглеводів, але мало протеїну (60–75 грамів на одну кормову одиницю), що нижче за зоотехнічні норми (100–110 г).

Збагатити кукурудзяну зелену масу та силос на білкові сполуки можна використовуючи один з найдешевших способів – використовуючи її змішані посіви з високобілковими культурами.

Цінність змішаних посівів полягає в тому, що вони дозволяють покращити якість кормів, збільшити площу асиміляції посівів, зменшити втрати сонячної енергії, продуктивніше використовувати вологу та поживні речовини.

Проте, недостатня обізнаність з особливостями формування врожаю залежно від підбору високобілкових компонентів та способів сівби призводять до стримування розширення площ під змішаними посівами кукурудзи під час вирощування на силос.

Тому, дослідження в цьому напрямку є актуальними, оскільки дають можливість розробити й обґрунтувати заходи що до покращення якості та підвищення продуктивності змішаних посівів кукурудзи з високобілковими компонентами.

Мета дослідження – теоретично обґрунтувати і визначити оптимальний видовий склад сумішок кукурудзи з високобілковими культурами на корм в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах.

Матеріал та методи

Під час виконання досліджень застосовували загальнонаукові методи, зокрема, такі: гіпотеза, спостереження, аналіз, синтез, індукція і дедукція, абстрагування й узагальнення. Матеріалом були власні спостереження та літературні джерела з вибраного напрямку досліджень.

Результати та обговорення

Під час вирощування кукурудзи на корм у сумісних посівах з метою одержання великих урожаїв зеленої маси з підвищеним умістом протеїну важливо правильно підібрати компоненти [1].

Для сумісного вирощування з кукурудзою на силос підбирають такі види бобових культур, які на час молочно-воскової і воскової стиглості зерна кукурудзи вступають у фазу повного наливання бобів, їх листки ще залишаються зеленими, а стебла соковитими [2]. Серед багатьох можливих комбінацій вирощування кукурудзи із зернобобовими культурами найбільшої уваги заслуговують її змішані посіви з соєю. Ця культура, як і кукурудза, належить до рослин короткого світлового дня і пізнього строку сівби, а за сумісної сівби їхні сходи з'являються одночасно. Також, обидві культури мають близькі періоди повільного й інтенсивного росту, а за правильного сортового добору компонентів на час викидання волотей рослинами кукурудзи, соя вступає у фазу масового цвітіння, а на період молочно-воскової і воскової стиглості зерна кукурудзи – у фазу початку пожовтіння бобів нижнього ярусу.

Добрими компонентами для вирощування в змішаних посівах з кукурудзою вважається й боби кормові. Врожай зеленої маси таких посівів майже рівний за продуктивністю посівам основних силосних культур, але корм з нього характеризується вищим умістом білку [3, 4].

В дослідях, виконаних в умовах Правобережного Лісостепу, на Поліссі та в західних районах України добре також зарекомендували себе посіви кукурудзи з люпином білим [5].

Під час вирощування гороху і чини, як культур раннього строку сівби, у сумісних посівах з кукурудзою їхні сходи з'являються на 2–6 доби раніше. За темпами росту і розвитку високобілкові рослини випереджають кукурудзу, що спричиняє значне її пригнічення [6]. Встановлено [7, 8], що негативний вплив гороху і чини на ріст і розвиток рослин кукурудзи спостерігався вже через місяць після появи сходів, хоча в ґрунті на цей період були достатні запаси вологи й елементів живлення. Основним недоліком гороху і чини як компонентів кукурудзи є те, що їхні стебла вилягають утруднюючи механізований догляд і збирання. Крім цього, при використанні їх як компонентів у змішаних посівах на час викидання волотей у кукурудзи, горох і чина вже формують боби, а їхні листки починають обсіпатися [9].

За даними академіка А. О. Бабича [10], встановлено, що за збором перетравного протеїну в західних районах України змішані посіви кукурудзи з соєю перевищували одновидові посіви кукурудзи на 2,12 ц/га, або на 50 %, в Поліських – на 1,99, або на 45 %, в Лісостепу – на 1,71, або 44 %, у Степу без зрошення – на 1,13, або на 32 %, а за умов зрошення – на 1,95 ц/га, або на 45 %.

У дослідях О. І. Зінченка і А. О. Січкара [11], виконаних в умовах Уманської сільськогосподарської академії найвищі результати за врожайністю зеленої маси і збором поживних речовин забезпечили змішані посіви кукурудзи з соєю і кукурудзи з буркуном однорічним.

У Лісостепу змішані посіви кукурудзи з квасолею виткою забезпечують більший урожай зеленої маси порівняно з одновидовими її посівами [12]. Крім цього, вони також добре збираються силосозбиральною технікою.

На Кіровоградщині дослідження з сумісними посівами розпочали ще в 40–вих роках минулого сторіччя [13]. В той час висівалися сумісні посіви кукурудзи з суданською травою, які на 4,06 і 3,97 т/га були більш продуктивні, порівняно з одновидовими посівами кукурудзи і суданської трави, а за збором кормових одиниць більше на 1,30 і 1,27 т/га відповідно.

Характерним у взаємовпливі кукурудзи і високобілкових культур є гостра конкуренція за чинники життя, що з різною інтенсивністю проявляється під час вегетації культур у сумішці [14].

Так, горох, боби кормові і люпин пригнічують кукурудзу на початкових етапах росту і розвитку змішаних посівів, оскільки бобові є більш скоростиглими та холодостійкими культурами порівняно зі злаком. Буркун на початку вегетації характеризується повільним ростом, а кукурудза в цей період інтенсивно росте й укорінюється. Після того, як буркун сформує сильно розвинену кореневу систему, він починає швидко рости не пригнічуючи при цьому добре розвинені рослини кукурудзи. Якщо ж взяти для змішаного вирощування з кукурудзою таку культуру як соя, то їхній розвиток буде приблизно однаковим, а взаємний негативний вплив незначним [15].

Під час росту і розвитку між компонентами сумішки виникає міжвидова конкуренція, що проявляється через особливості морфоструктури і виділення корневих систем та надземних органів. Біологічні виділення рослин одних видів або навіть сортів можуть бути шкідливими чи корисними для рослин інших видів і сортів. Так, кореневі виділення кукурудзи засвоюються бактеріями на коренях бобових, а кореневі виділення бобових впливають на склад білків і хлорофілу, та окисно-відновні процеси в рослинах кукурудзи [16].

Що до впливів надземних органів рослин, то одні автори вважають, що лімітуючим чинником під час вирощування змішаних посівів є умови освітлення а інші – вологозабезпеченість і поживний режим [17]. Безперечно, визначна роль окремого чинника в житті рослини залежить від ґрунтово-кліматичних умов зони вирощування. Так, за посушливих умов Степу, першочерговим чинником є волога.

Твердження дослідників, що до значення водного режиму в змішаних посівах досить різняться як за особливостями зони вирощування, так і видового складу сумішок. За результатами досліджень О. І. Зінченка [18] і М. Ф. Лупашку [19] встановлено, що в посушливі періоди у сумісних посівах спостерігається краще зволоження верхніх горизонтів ґрунту. Причиною цього є виділення вологи коренями рослин, що проникають у нижчі і більш насичені нею горизонти. Волога, що виділяється корінням однієї рослини впродовж тривалого періоду може бути джерелом водопостачання для інших рослин сумісного посіву [18–20]. Так, було встановлено [21], що у змішаних посівах злакових і бобових культур витрата вологи на утворення одиниці на 3–5 % менша, порівняно з одновидовими посівами цих же культур.

В той же час Е. І. Гуляев [22] і А. І. Лівенський [23] вказують на погіршення водного режиму в змішаних посівах. Нестача вологи однаково негативно впливає як на злакові, так і на бобові компоненти сумішок, проте врожай бобових за таких умов зменшується більше. В свою чергу, з підвищенням вологості ґрунту вегетаційний період сумішок подовжується, а за її зниженням – майже на три тижні скорочується [24].

Значна кількість дослідників зазначають, що сумішки кукурудзи з бобовими компонентами, порівняно до її одновидових посівів інтенсивно використовують вологу з ґрунту і в роки з достатньою сумою опадів обидва компоненти змішаного посіву нормально ростуть, розвиваються та формують високі врожаї вегетативної маси. Однак, за умов недостатньої забезпеченості вологою, ці компоненти сумішки взаємно конкурують пригнічуючи один одного [25, 26].

Кукурудза і соя – досить вимогливі також і до забезпечення ґрунту елементами живлення. Так, за їхнього дефіциту кукурудза не тільки знижує врожайність, але й скорочує тривалість вегетації. Соя також досить вимоглива до елементів живлення і виносить їх із ґрунту більше, порівняно з іншими польовими культурами. Тому, для отримання великих урожаїв кукурудзи з соєю необхідно в достатній кількості забезпечувати ґрунт органічними і мінеральними добривами [27].

Д. М. Прянишников [28], вивчаючи живлення рослин у сумісних посівах, вказував, що бобові при сумісній сівбі разом із злаками не тільки самі засвоюють фосфор із важкорозчинних сполук, але й забезпечують ним ґрунтовий розчин, що поліпшує фосфорне живлення злаків. А. О. Бабича, в свою чергу відзначав [29], що бобові культури майже повністю забезпечують себе азотом за рахунок його фіксації з повітря бульбочковими бактеріями, а в сумісних посівах вони поліпшують й азотне живлення злакових. Так, кукурудза, яку вирощували в сумісних посівах із соєю та бобами кормовими, засвоювала азоту на 14–21 % більше, порівняно з її одновидовим посівом.

Окремі дослідники [30] доводять, що високобілкові культури в симбіозі з бульбочковими бактеріями здатні засвоювати молекулярний азот повітря, за рахунок чого майже повністю забезпечують себе азотом. Проте, для утворення бульбочок на початковому етапі процесу азотфіксації необхідно, щоб у ґрунті була хоча б невелика кількість легко засвоюваного мінерального азоту.

Численні спостереження за змішаними посівами показали [23, 31, 32], що в сумішці кукурудзи з соєю, в порівнянні з її одновидовим посівом, уміст нітратного азоту в орному шарі підвищується на 4,6 мг, а рухомих фосфатів – на 5,5 мг/100 г ґрунту. Саме цим можна пояснити поліпшення умов росту кукурудзи у змішаних посівах. Крім цього, високобілкові компоненти за допомогою бульбочкових бактерій збагачують ґрунт на нітратний азот. При змиканні коренів кукурудзи і сої між рослинами проходить обмін кореневими виділеннями, завдяки чому кукурудза містить на 1,5 % більше сирого протеїну, порівняно з її одновидовими посівами.

К. А. Тімірязєв [33], з приводу асиміляції рослинами сонячної енергії писав, що „... кожен промінь сонця, не вловлений зеленою поверхнею поля, луків або лісу – багатство, втрачене назавжди, ... за розтрату якого більш досвідчений нащадок коли-небудь осудить свого предка”. Так, у цьому відношенні вчений вказував на перевагу сумісних і ущільнених посівів, що більш раціонально використовують умови зовнішнього середовища. За сумісного вирощування стебла та листки злакових і бобових культур розміщуються в різних ярусах, що сприяє оптимальному поглинанню сонячної енергії [34].

Кукурудза, буркун, боби кормові, соя, люпин білий і горох кормовий є світлолюбивими культурами. За умов недостатньої інтенсивності освітлення у цих рослин зазвичай спостерігається етіоляція. Світло ж гальмує цей процес, причому тим сильніше, чим вища його інтенсивність.

Вітчизняні й зарубіжні дослідники [35] зазначають, що продуктивність рослин істотно залежить від рівномірності освітлення фотосинтезуючої поверхні. Найбільший врожай соя формує при інтенсивності освітлення травостою не менше 1650 люксів. Найкраще освітлюються рослини при змиканні листків у міжряддях на висоті 30–40 см від поверхні ґрунту. Якщо ж змикання проходить вище – нижні листки затіняються і в наслідок світлового голодування відбувається передчасне опадання листків, що негативно впливає й на загальне продуктивність посіву.

В змішаних посівах кукурудзи з високобілковими культурами густина рослин збільшується, що на 15–20 %, порівняно з одновидовими її посівами, забезпечує краще використання сонячної енергії. Зокрема за чергування високорослих рослин кукурудзи

з низькорослою соєю узлаку поліпшується освітленість листків верхнього і середнього ярусів. До рослин сої, які в агрофітоценозі розміщені у нижньому ярусі, в ранішні години надходить 85 % сонячної інсоляції, у денні – 87, а у вечірні – 70 %. Разом з тим рослини кукурудзи в посівах з чергуванням рядків компонентів упродовж дня краще і більш рівномірно освітлюються, порівняно з одновидовим посівом [36].

Зі збільшенням листової поверхні коефіцієнт засвоєння ФАР швидко зростає, але до певної межі. Так, при збільшенні листової поверхні з 10 до 30 тис. м²/га коефіцієнт використання ФАР збільшується з 0,28 до 0,67 %, а при 50 тис. м²/га – він підвищується лише до 0,72 %. Пояснюється це тим, що незалежно від розміру фотосинтезуючої поверхні кількість радіації, що надходить на одиницю площі змішаних посівів залишається постійною. В подальшому наступить період, коли верхній ярус листків закрий нижні і рослина буде зазнавати світлового голодування. Внаслідок цього нижні листки почнуть жовтіти і відмирати [37].

Аналогічна закономірність прослідковується й стосовно чистої продуктивності фотосинтезу. Причиною цього є недостатня кількість сонячної радіації. Після цієї межі весь продукт фотосинтезу в основному витрачається на ріст самих листків. Для збільшення врожаю зеленої маси змішані посіви кукурудзи з високобілковими компонентами успішно використовують цю особливість [38].

Розподілення сонячної радіації в посівах залежить від норми висіву і способу сівби, морфоструктури і габітусу рослин, площі листової поверхні і її розміщення за ярусами. Так, саме завдяки врахуванню особливостей ярусного розміщення листків високобілкових і злакових компонентів покращується використання сонячної енергії сумісним посівом. Тому, сумішки кормових культур мають більшу листову поверхню й вищу ефективність фотосинтезу, порівняно з одновидовими посівами [39, 40].

Одним з найважливіших кліматичних чинників є вологозабезпеченість. Валова потреба кормових культур у волозі в різних регіонах неоднакова. Пояснюється це тим, що залежить вона від дефіциту вологості повітря упродовж вегетаційного періоду. Тому, на ріст рослин в одновидових, і особливо, змішаних посівах значно впливає сума опадів. Так, у посушливі роки кукурудза в змішаних посівах значно відстає в рості і спостерігається сильна її конкуренція з бобовими компонентами за використання ґрунтової вологи [41, 42].

Фізичне випаровування вологи з поверхні ґрунту в посівах упродовж вегетаційного періоду зумовлюється видом і врожайністю культури, рівнем агротехніки, системою удобрення, ґрунтово-кліматичними умовами тощо. При цьому сумарне випаровування, тобто фізичне випаровування з поверхні поля в сумі з транспірацією рослин, характеризує біологічне водоспоживання посівів [43].

Відносно транспірації рослин точки зору дослідників досить різняться. Так, інтенсивність транспірації рослин на сухому ґрунті значно менша, порівняно з оптимальними умовами вологозабезпечення. В свою чергу А. М. Алпатьєв вважав [44], що на сухих ґрунтах рослини випаровують вологу в розрахунку на одиницю площі листків не менше, ніж на вологих. При цьому, рівень випаровування залежить від дефіциту вологості повітря й екологічнобіологічних особливостей культури.

За даними Л. І. Євдокимової [45], не всі листки в рослинному покриві однаково інтенсивно випаровують вологу. Так, залежно від фаз розвитку максимальний рівень транспірації може зміщуватися з одного ярусу листків до іншого. Кількість води, що випаровується рослинами, в основному визначається кліматичними умовами, і значно менше залежить від інтенсивності росту. Порівняно з іншими культурами кукурудза, за невисокого коефіцієнту транспірації, характеризується значними загальними витратами води. Зумовлюється це тим, що за достатнього вологозабезпечення цей злак утворює значно більше сухої речовини порівняно з іншими культурами. Натомість коефіцієнти

водоспоживання кукурудзи дуже нестійкі як за зонами, так і роками вегетації. Наведені особливості водоспоживання культур вказують на те, що формування її врожаю знаходиться в складній залежності від метеорологічних умов і агротехнічних заходів вирощування [46].

Змішані посіви забезпечують більш сталі врожаї, що менше залежать від природних умов. У сумішках чи ущільнених посівах культури менш чутливі до окремих несприятливих чинників зовнішнього середовища [19, 47].

Проблемою вивчення особливостей продуктивності і якості змішаних посівів залежно від підбору компонентів в Україні займаються досить давно. Так, відповідні дослідження проводяться ще з 20-х років минулого століття в умовах Сумської і Чернігівської дослідних станцій. Низка досліджень з вивчення сумісних і підсівних культур були виконані в умовах Вінницької, Київської, Рівненської та інших областей [48]. Одержані за різних умов результати вказують на те, що при вирощуванні кукурудзи із зернобобовими культурами значно збільшується виробництво перетравного протеїну. При цьому, ефективність змішаних посівів насамперед залежить від ґрунтово-кліматичних умов зони вирощування. У переважній більшості дослідів урожайність змішаних посівів кукурудзи була вищою порівняно з її одновидовими посівами, а кількість перетравного протеїну збільшилася на 77–238 кг/га. При цьому, на одну кормову одиницю одержано 68–103 г перетравного протеїну, порівняно з 52–60 г в одновидових посівах.

За результатами досліджень І. В. Гноєвого [49], при використанні змішаних посівів кукурудзи з соєю отримали високоякісний силос, який порівняно з кукурудзяним містить більше: сирого протеїну і жиру – в 1,4 раза, а перетравного протеїну – на 56 %, що має важливе значення для якісного балансування раціонів кормів.

За даними Н. О. Бехтина [50], врожайність зеленої маси сумішки становила – 52,5 т/га, в т. ч. сої – 6,12 т/га, а кукурудзи – 46,4 т/га. Такі результати досліджень підтверджуються спостереженнями, виконаними в умовах дослідного поля Ульяновського СГП [51], де змішані посіви сої і кукурудзи за врожайністю зеленої маси і сухої речовини на 35–50 % переважали одновидові посіви сої і кукурудзи.

Результати досліджень різних науковців свідчать, що максимальний урожай зеленої маси отримано при нормі висіву 75 % від прийнятої в одновидовому посіві, що за чергування чотирьох рядків кукурудзи і двох сої з міжряддям 70 см склало – 50,6 т/га, з питомою вагою сої – 28 %. При цьому, змішані посіви кукурудзи з бобами кормовими забезпечують урожайність силосної маси – 52,0 т/га, з виходом кормових одиниць і перетравного протеїну відповідно 9,2 і 1,2 т/га відповідно. Аналогічні показники одновидового посіву кукурудзи відповідно становили – 45,0, 8,1 і 0,9 т/га. Також було встановлено, що змішані посіви кукурудзи з буркуном підвищують вміст перетравного протеїну до 146,3 г на одну кормову одиницю [52, 53].

Висновки

Змішані посіви кукурудзи з високобілковими компонентами, порівняно з одновидовими здатні забезпечити вищу врожайність зеленої маси та збір перетравного протеїну. При цьому сумісна сівба сприяє покращенню ростових процесів усіх культур за рахунок оптимізації водного і поживного режимів ґрунту, світлових і температурних умов та процесів фотосинтезу надземною масою рослин.

Література

1. Бондарев В. А. Приемы повышения качества кормов. Кормопроизводство, 1996. № 1. С. 33–34.
2. Аллабардин И. Л. Повышение качества кукурузного силоса. Кормопроизводство, 1997. № 3. С. 30–31.

3. Скалій І. М. Особливості формування продуктивності зеленої маси рослин кукурудзи та сої в сумісних посівах залежно від густоти стояння. *Наук. вісн. НАУ*, 2005. Вип. 84. С. 189–193.
4. Коломієць Л. В., Маткевич В. Т. Технологія вирощування сорго в чистих, змішаних та ущільнених посівах. *Вісник Степу. Кіровоград*, 2005. С. 17–18.
5. Маткевич В. Т., Смалус В. М., Коломієць Л. В. Змішані посіви кормових культур. *Вісник Степу. Кіровоград*, 2002. С. 79–89.
6. Щигорцова Е. А. Зернобобовые культуры – источник потребления белка. *Тваринництво України*, 2008. № 2. С. 27–29.
7. Ренштейн Л. К. Из злаково-бобовых смесей. *Тваринництво України*, 2008. № 5. С. 40–41.
8. Троц В. Б. кукурудза на силос в совмесных посевах с высокобелковыми культурами. *Кормопроизводство*, 2008. № 7. С. 18–21.
9. Рейнштейн Л. Н. Совмесные посева сорговых культур с соей на зелёный корм. *Кукурудза і сорго*, 2008. № 4. С. 16–19.
10. Кононенко А. И. Повышение продуктивности травосмесей и кормопроизводство. *Кормопроизводство*, 1990. Вып. 30. С. 21–35.
11. Зінченко О. І., Січкач А. О. Кормовий клин південного Лісостепу України (деякі аспекти теорії і практики). *Вісник аграр. науки*, 1999. Спецвипуск (вересень). С. 42–45.
12. Vorst H. L., Park G. V. Experiments with growing corn and soy bean in combination. *Ohio Agr. Exp. Sta. Bull*, 1992. 513 p.
13. Устинчик О. К. Короткі підсумки роботи станції за 50 років. Зб.: «50 років Кіровоградської державної сільськогосподарської дослідної станції». К., 1963. С. 3–11.
14. Бабич А. А., Мережко Н. М., Медведь С. П. Особенности возделывания кукурузы и сои в совместных посевах. Проблема кормового белка: Тез. докл. респ. конф. Винница, 1989. С. 13–14.
15. Січкач А. О. Особливості фітоклімату в змішаних посівах. Зб. наук. пр. Уманського ДАУ присвячений 100-річчю з дня народження С.С. Рубіна. Умань, 2000. С. 229–233.
16. Lane M. Conflict over composition. *Soybean Digest*, 1961. V. 51. P. 18–19.
17. Скалій І. М. Особливості формування зеленої маси рослин кукурудзи та сої в сумісних посівах залежно від густоти стояння. Тези наук. конф. Уманського ДАУ, 2005. С. 58–60.
18. Зинченко А. И. Приемы интенсивного кормопроизводства: монография. Умань, 1977. 171 с.
19. Лупашку М. Ф. Экология и интенсификация полевого кормопроизводства: монография. Кишинев: Картя Молдовеняске, 1989. 427 с.
20. Жабыкин И. П. Влияние смешанных посевов на рост, развитие и урожайность сельскохозяйственных растений: автореф. дис... д-ра с.-х. наук: 06.01.09. УСХА. К., 1953. С. 8–15.
21. Egli D. V. Seed water relations and the regulation of the duration of seed growth in soybean. *G. exper. Bot*, 1990. V. 41. P. 243–248.
22. Гуляев Е. И. Совмесные посева кукурузы с бобовыми культурами. *Кукуруза*, 1963. № 5. С. 35–37
23. Лівенський А. І. Взаємовідношення рослин кукурудзи і сої при сумісному їх вирощуванні. *Вісн. с.-г. науки*, 1967. № 3. С. 62–67.
24. Федин П. Е. Отношение зернобобовых культур к влажности почвы. *Науч. тр. ВНИИ зернобобовых культур*, 1972. Т. 4. С. 127–136.
25. Coor R. Fertilizing soybeans: knowing when where and how means profit. *Solutions*, 1989. V. 33 P. 35–37.
26. Медведь С. П. Смешанные посева кукурузы и сои. *Кукуруза*, 1992. № 3. С. 19–20.
27. Пенчуков В. М., Дебелый Г. А., Дербенский В. И. Одновидовые и смешанные посева зернобобовых культур. *Кормопроизводство*. 1995. №2. С. 23–28.
28. Прянишников Д. М. Об удобренни полей и севооборотах. *Изб. статьи. М.*, 1962. 253 с.
29. Бабич А. А. Пути увеличения растительного белка в кормах степной зоны Украины. *Растениеводство, селекция и лесоводство. М.: Колос*, 1968. С. 47–52.
30. Дроздов А. В. Повышение сбора белка за счет симбиотического азота. *Кормопроизводство*, 1999. № 1. С. 29.
31. Grookston R. K., Hill D. S. Grain yields and land equivalent ratios from inter cropping corn and soybeans in Minnesota. *Agron*, 1979. V. 71. P. 41–44.
32. Singh C. M. Nitrogen acculation in maize inter cropped with grain legumes under varyind levels of nitrogen. *Food Farms Agr*, 1979. V. 10. P. 314–315.
33. Тимирязев К. А. Избранные сочинения. М., 1948. 630 с.
34. Росс Ю. К. Структура, организация посевов и ценоз с точки зрения наилучшего использования лучистой энергии солнца. Важнейшие проблемы фотосинтеза в растениеводстве. М.: Колос, 1970. С. 38–50.
35. Saka N., Itos G., Syumiya A. Varietal difference of soybean in the influence of growth and yield under the all light illumination. *Res. Bull. Aichi Ken Agr. Res Center Naragute, Aichi*, 1987. V. 19. P. 86–93.
36. Бабич А. О. Сучасне виробництво і використання сої: монографія. К.: Урожай, 1993. 428 с.

37. Ничипорович А. А., Власов М. П. О формировании и продуктивности работы фотосинтетического аппарата разных культурных растений в течение вегетационного периода. Физиология растений. М.: Изд-во АН СССР, 1961. Вып. 1 Т. 8. С. 19–27.
38. Осадчук Ю. В., Щербаков В. Я., Несенко П. П. Полосовые посевы сои и кукурузы на зерно в южной Степи Украины. Вестник аграрной науки, 1995. № 11. С. 35–40.
39. Рахметов Д. Б. Нові високобілкові кормові культури для Лісостепу України. Вісник аграрної науки, 1994. № 9. С. 51–57.
40. Токбаев М. Н., Журуков Б. Х. Симбиотическая и фотосинтетическая деятельность вики посевной в чистом виде и в смеси с горчицей. Зерновое хозяйство, 1998. № 5. С. 15–16.
41. Коковіхін С. В. Водоспоживання кукурудзи в умовах південного Степу на ділянках гібридизації. Вісник аграрної науки, 1999. № 9. С. 78–79.
42. Яценко С. Я., Исаев А. П. Зернобобовые культуры в кормовых смесях. Кормопроизводство, 1999. № 2. С. 22–24.
43. Задонцев А. И., Пикуш Г. Р. Кукуруза и вода. Кукуруза, 1963. № 9. С. 37–39.
44. Алпатьев А. М. Вопросы водопотребления культурных растений: Биологические основы орошаемого земледелия. М., 1957. С. 361–369.
45. Евдокимова Л. И. Особенности расхода воды на транспирацию в зависимости от водообеспеченности растения. Водный режим растений в связи с обменом веществ и продуктивностью. М.: Колос, 1963. С. 177–181.
46. Коковіхін С. В. Водоспоживання кукурудзи в умовах південного Степу на ділянках гібридизації. Вісник аграрної науки, 1999. № 9. С. 78–79.
47. Котоврасов И. П., Клименко П. Д. Приемы интенсификации полевого кормопроизводства в центральной Лесостепи Украины. Производство кормов на поливных землях. М., 1981. вып. 26. С. 42–47.
48. Новак В. Г. Продуктивность и агротехническая роль некоторых видов повторных посевов в условиях южной части центральной Лесостепи УССР. Автореф. дис. канд. с.-х. наук. Кишинев, 1971. 18 с.
49. Гноєвий І. В. Кукурудзяно-соевий силос. Пропозиція, 2006. № 4. С. 36–38.
50. Бехтин Н. О Возможности механизированной уборки смешанных посевов кукурузы с соей на силос. Корма и кормление с.-х. животных, 1990. № 4. С. 9.
51. Дырда Я. Ф. Совершенствовать технологию. Кормовые культуры, 1989. № 2. С. 28.
52. Хомич М. Кормові боби у змішаних посівах. Тваринництво України, 1992. № 4. С. 20–21.
53. Худенко М. Н., Царев А. П., Трунова В. Н. и др.. На зеленый корм в чистых и смешанных посевах. Кукуруза и сорго, 1996. № 5. С. 16–17.

References

1. Bondarev, V. A. (1996). Receptions to improve the quality of feed. *Kormoproizvodstvo [Feed production]*, № 1. 33–34 (in Rus.).
2. Allabardin, I. L. (1997). Improving the quality of corn silage. *Kormoproizvodstvo [Feed production]*, № 3. 30–31 (in Rus.).
3. Skaliy, I. M. (2005). Features of formation of productivity of green mass of plants of corn and soybeans in compatible crops depending on the density of standing. *Naukovyi visnyk NAU [Scientific herald of NAU]*, № 84. 189–193 (in Ukr.).
4. Kolomiets, L.V., Matkevich, V.T. (2005). Technology of sorghum cultivation in clean, mixed and densified crops. *Visnyk Stepu [Herald Steppe]*. Kirovograd. 17–18 (in Ukr.).
5. Matkevich, V.T., Smalus, V.M., Kolomiets, L.V. (2002). Mixed crops of fodder crops. *Visnyk Stepu [Herald Steppe]*. Kirovograd. 79–89 (in Ukr.).
6. Shchigortsova, E. A. (2008). Grain-crops – a source of protein consumption. *Tvarynnystvo Ukrainy [Livestock of Ukraine]*, № 2. 27–29 (in Ukr.).
7. Renshtein, L.K. (2008). From cereal-bean mixes. *Tvarynnystvo Ukrainy [Livestock of Ukraine]*, № 5. 40–41 (in Ukr.).
8. Trots, V. B. (2008). Corn for silage in combination with high-protein crops. *Kormoproizvodstvo [Feed production]*, № 7. 18–21 (in Rus.).
9. Reinstein, L.N. (2008). Combined crops of sorghum crops with soybeans for green fodder. *Kukurudza i sorho [Corn and sorghum]*, № 4. 16–19 (in Rus.).
10. Kononenko, A. I. (1990). Increasing the productivity of grass mixtures and fodder production. *Kormoproizvodstvo [Feed production]*, Vol. 30. 21–35 (in Rus.).
11. Zinchenko, O.I., Sichkar, A.O. (1999). Stern wedge of the southern forest-steppe of Ukraine (some aspects of theory and practice). *Visnyk ahrarnoi nauky [Bulletin of Agrarian Science]*. Special Issue (September). 42–45 (in Ukr.).

12. Borst H. L., Park G. B. (1992). Experiments with growing corn and soy bean in combination. [*Ohio Agr. Exp. Sta]. Bull*, 513. (in Engl.).
13. Ustynchik, O.K. (1963). Brief summary of the work of the station for 50 years. *Zbirnyk: «50 rokiiv Kirovohradskoi derzhavnoi silskohospodarskoi doslidnoi stantsii»*[Collection «50 years of the Kirovograd State Agricultural Research Station»]. Kyiv. 3–11 (in Ukr.).
14. Babich, A. A., Merezhko, N. M., Medved, S. P. (1989). Features of the cultivation of corn and soybeans in joint crops. The problem of feed protein: *Tezisy dokladov respublikanskoj konferentsii* [Abstracts of the Republican conference]. Vinnitsa. 13–14 (in Rus.).
15. Sichkar, A.O. (2000). Features of phytoclimate in mixed crops. *Zbirnyk naukovykh prats Umanskoho DAU prysviachenyi 100-richchii z dnia narodzhennia S.S. Rubina*[The collection of scientific works of Uman DAU dedicated to the 100th anniversary of the birth of S. S. Rubyn]. Uman. 229–233 (in Ukr.).
16. Lane, M. (1961). Konflikt over composition. [*Soybean Digest*], V. 51, pp. 18–19 (in Engl.).
17. Skaliy, I. M. (2005). Peculiarities of formation of green mass of corn and soybean plants in compatible crops depending on the density of standing. *Tezy naukovoi konferentsii Umanskoho DAU* [Abstracts of the scientific conference of the UmanDAU]. 58–60 (in Ukr.).
18. Zinchenko, A. I. (1977). Methods of intensive fodder production. Monograph. *Uman*, 171. (in Ukr.).
19. Lupashku, M. F. (1989). Ecology and intensification of field feed production. Monograph. *Chisinau: Kartya Moldomenyaske*, 427. (in Rus.).
20. Zhabykin, I. P. (1953). Influence of mixed crops on growth, development and productivity of agricultural plants: dissertation of the doctor of agricultural sciences: 06.01.09. *USHA*. Kiev. 8–15 (in Rus.).
21. Egli, D. B. (1990). Seed water relations and the regulation of the duration of seed growth in soybean. *G. exper. Bot*, V. 41. 243–248 (in Engl.).
22. Gulyaev, E. I. (1963). Joint maize crops with legumes. *Kukuruzha*[*Corn*], № 5, pp. 35–37 (in Rus.).
23. Livensky, A.I. (1967). Relationship of Corn plants and Soybeans with their Consistent Growth. *Visnyk silskohospodarskoi nauky*[*Bulletin of Agricultural Science*], № 3. 62–67 (in Ukr.).
24. Fedin, P.Ye. (1972). The ratio of leguminous crops to soil moisture. *Nauchnyie trudy VNIL zernobobovyih kultur*[*Scientific works of the All-Union Research Institute of Leguminous Crops*], V. 4. 127–136 (in Rus.).
25. Coor, R. (1989). Fertilizing soybeans: knowing when where and how means profit. *Kukuruzha*[*Solutions*], V. 33. 35–37 (in Engl.).
26. Bear, S.P. (1992). Mixed crops of corn and soybeans. *Kukuruzha*[*Corn*], № 3. 19–20 (in Rus.).
27. Penchukov, V. M., Debely, G. A., Derbensky, V. I. (1995). Single-species and mixed crops of leguminous crops. *Kormoproizvodstvo* [Feed production], № 2. 23–28 (in Rus.).
28. Pryanishnikov, D. M. (1962). On fertilizer fields and crop rotations. *Izbrannyie stati* [Ex. articles]. Moscow, 253 p. (in Rus.).
29. Babich, A. A. (1968). Ways to increase vegetable protein in the fodder of the steppe zone of Ukraine. *Rasteniievodstvo, selektsiya i lesovodstvo*[*Crop production, selection and forestry*]. Moscow: Kolos. 47–52 (in Rus.).
30. Drozdov, A.V. (1999). Enhancing protein collection due to symbiotic nitrogen. *Kormoproizvodstvo* [Feed production], № 1. 29 (in Rus.).
31. Grookston, R. K., Hill, D. S. (1979). Grain yields and land equivalent ratios from inter cropping corn and soybeans in Minnesota. [*Agron*], V. 71. 41–44 (in Engl.).
32. Singh, C. M. (1979). Nitrogen acculation in maize inter cropped with grain legumes under varyind levels of nitrogen. [*Food Farms Agr*], V. 10. 314–315 (in Engl.).
33. Timiryazev, K. A. (1948). Selected Works. *Moscow*, 630. (in Rus.).
34. Ross, Yu.K. (1970). Structure, organization of crops and cenosis in terms of the best use of the radiant energy of the sun. *Vazhneyshie problemy fotosinteza v rasteniievodstve*[*The most important problems of photosynthesis in plant growing*]. Moscow: Kolos. 38–50 (in Rus.).
35. Saka, N., Itos, G., Syumiya, A. (1987). Varietal difference of soybean in the influence of growth and yield under the all light illumination. [*Res. Bull. Aichi Ken Agr. Res Center Naragute, Aichi*], V. 19. 86–93 (in Engl.).
36. Babich, A.O. (1993). Modern production and use of soy: monograph. *Kiev: Harvest*, 428. (in Ukr.).
37. Nichiporovich, A. A., Vlasov, M. P. (1961). About the formation and productivity of the photosynthetic apparatus of different cultivated plants during the vegetative period. *Fiziologiya rasteniy*[*Plant Physiology*]. Moscow: Publishing House of Academy of Sciences of the USSR. Vol. 1. T. 8. 19–27 (in Rus.).
38. Osadchuk, Yu.V., Shcherbakov, V.Ya., Nesenko, P.P. (1995). Striped soybean and maize for grain in the southern Steppe of Ukraine. *Vestnik agrarnoy nauki*[*Bulletin of Agrarian Science*], № 11. 35–40 (in Rus.).
39. Rakhmetov, D. B. (1994). New high-protein feed crops for the forest-steppe of Ukraine. *Vestnik agrarnoy nauki*[*Bulletin of Agrarian Science*], № 9. 51–57 (in Rus.).
40. Tokbayev, M. N., Zhurukov, B. Kh. (1998). Symbiotic and photosynthetic activity of vets in sowing in pure form and in a mixture with mustard. *Zernovoe hozaystvo* [Grain farm], № 5. 15–16 (in Rus.).
41. Kokokhin, S. V. (1999). Water consumption of corn in the conditions of southern Steppe at hybridization

- sites. *Vestnik agrarnoy nauki*[*Journal of Agrarian Science*], № 9. 78–79 (in Ukr.).
42. Yatsenko, S. Ya., Isaev, A. P.(1999). Peatbrook cultures in feed mixtures. *Kormoproizvodstvo*[*Fodder production*], № 2, pp. 22–24 (in Ukr.).
 43. Zadontsev, A.I., Pikush, G.R. (1963). Corn and water. *Kukuruzza*[*Corn*], № 9. 37–39 (in Rus.).
 44. Alpatyev, A. M. (1957). Issues of water consumption of cultivated plants. *Biologicheskie osnovy oroshaemogo zemledeliya*[*Biological basis of irrigated agriculture*]. Moscow. 361–369 (in Rus.).
 45. Evdokimova, L.I. (1963). Features of water consumption for transpiration depending on water availability of a plant. *Vodnyiy rezhim rasteniy v svyazi s obmenom veschestv i produktivnostyu* [*Water regime of plants due to metabolism and productivity*]. Moscow: Kolos. 177–181 (in Rus.).
 46. Kokovihin, S.V. (1999). The water-retaining of the maculae in the minds of the holy Steppe on the grounds of the gibrizatsi. *Visnyk ahrarnoi nauky*[*Bulletin of Agricultural Science*], № 9. 78–79 (in Ukr.).
 47. Kotovrasov, I. P., Klymenko, P. D. (1981). Receptions for the intensification of field feed production in the central forest-steppe of Ukraine. *Proizvodstvo kormov na polivnyih zemlyah*[*Production of feed on irrigated land*]. Moscow, Issue 26. 42–47 (in Rus.).
 48. Novak, V. G. (1971). Productivity and agrotechnical role of some types of repeated sowing in the conditions of the southern part of the central forest-steppe of the Ukrainian SSR. Abstract of the dissertation of the candidate of agricultural sciences: 06.01.09. *Chisinau*, 18. (in Rus.).
 49. Gnoyev, I. V.(2006). Corn Soybean Silage. *Propozytsiia*[*Proposition*], № 4. 36–38 (in Ukr.).
 50. Bekhtin, N. O. (1990). The possibilities of mechanized harvesting of mixed corn crops with soybeans for silage. *Korma i kormlenie sel'skohozyaystvennyih zhyvotnyih* [*Feed and feeding of farm animals*], №4. 9 (in Rus.).
 51. Dyrda, Ya. F. (1989). Improve technology. *Kormovyye kulturyi*[*Feed crops*], № 2. 28 (in Rus.).
 52. Khomych, M. (1992). Korn beans in mixed crops. *Tvarynystvo Ukrainy*[*Animal husbandry of Ukraine*], № 4. 20–21 (in Ukr.).
 53. Khudenko, M.N., Tsarev, A.P., Trunova, V.N., et. all. (1996). For green fodder in clean and mixed crops. *Kukuruzza i sorgo* [*Corn and sorghum*], № 5. 16–17 (in Rus.).

Summary V. O. Prykhodko, S. P. Poltoretskyi, V. Y. Bilonozhko Ecological and biological basis of selection of components for mixed crop sowing.

Introduction. The main task of the plant growing field and its accompanying fodder production is the production of fodders in the required amount for the uninterrupted provision of livestock production by high qualitative, cheap fodders and, above all, balanced by protein. Unfortunately, the stock of cattle has decreased by 2.7 times in the past few years. Deficit of digestible protein in animal rations is 25%, which leads to fodder over-consumption by 1.3-1.4 times and products shortage by 30-34%, and, in turn, to the increase in products price by 2.5. One can solve these problems by using mixed sowings of corn with high-protein components.

Corn is one of the most common fodder crops, there is a lot of carbohydrates in its herbage and silage, but low protein (60-75 grams per fodder unit), which is lower than zootechnical standards (100-110 g). It can be used one of the cheapest methods to enrich corn herbage and silage for protein compounds by using its mixed sowings with high-protein crops. The value of the mixed sowings is that they allow improving fodder quality, increasing the area of sowings assimilation, reducing the loss of solar energy, using moisture and nutrients in a more productive way.

However, the lack of knowing the peculiarities of yield formation, depending on the selection of high-protein components and methods of sowing, leads to the deterrence of the expansion of areas under mixed sowings of corn while growing for silage. Therefore, researches in this area are topical, since they provide the opportunity to develop and substantiate measures to improve the quality and increase the productivity of mixed sowings of corn with high-protein components.

Purpose. The purpose of the study is to substantiate theoretically and determine the optimal variety composition of corn mixes with high-protein crops for fodder in specific soil-and-climatic conditions.

Material and methods. General scientific methods, in particular, such as: hypothesis, observation, analysis, synthesis, induction and deduction, abstraction and generalization were used during performing the study. Own observations and literary sources on the chosen sphere of the research were the material basis.

Results and discussion. It is important to select the components properly when growing corn for fodder in the compatible sowings for the purpose to obtain high yields of herbage with increased protein content. The following legumes for simultaneous growing with corn for silage are selected

which enter the phase of full beans development at the time of milk-waxy and waxy ripeness of corn grains, their leaves still remain green, and the stems are succulent. Its mixed sowings with soybean deserve the greatest attention among numerous possible combinations of corn growth together with grain legumes. This crop, like corn, belongs to the plants of short light day and late term of sowing, and their seedlings appear at the same time under the compatible sowing.

Also, both crops have close periods of slow and intensive growth, and under correct selection of the components at the time of panicle heading by corn plants, soybeans enter into the phase of mass flowering, and into the phase of the beginning of beans yellowing of the lower layer during the period of milk-waxy and waxy ripeness of corn grains. In addition, quite good results on the formation of a large number of qualitative fodders can be obtained under the compatible sowing of cereal crops (corn, Sudan grass and others) with legumes such as fodder beans, melilot, white lupine and fodder peas. Furthermore, choosing of the varieties adapted to the specific soil-and-climatic conditions, the optimal ratio by the mass of seeding standards of the mixtures and the sufficient level of mineral nutrition have important significance.

Conclusions. Mixed sowings of corn with high-protein components can provide higher yields of herbage and gathering of digestible protein in comparison with a single-crop sowing. At the same time, compatible sowing contributes to the improvement of the growth processes of all crops by optimizing the water and nutrient regimes of the soil, light and temperature conditions and photosynthesis processes by the above-ground mass of the plants.

Keywords: corn, high-protein crops, single-crop and mixed sowing, yield, fodder quality, digestible protein, fodder unit.

¹Уманський національний університет садівництва

²Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького

Одержано редакцією
Прийнято до публікації

30.09.2019
12.12.2019