



Генетика, селекція, біотехнологія

УДК 633.63:631.52
© 2018

ВИКОРИСТАННЯ РЕКОМБІНАНТНИХ МАТЕРІАЛІВ У СЕЛЕКЦІЇ БАТЬКІВСЬКИХ КОМПОНЕНТІВ ГІБРИДІВ БУРЯКІВ ЦУКРОВИХ ЗА ФОРМОЮ КОРЕНЕПЛОДУ

М.В. Роїк¹, О.О. Парфенюк²

*¹доктор сільськогосподарських наук, професор, академік НААН
Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН
вул. Клінічна, 25, м. Київ, 03141, Україна
e-mail: ¹sugarbeet@ukr.net, ²oksana_parfenyuk@ukr.net*

Надійшла 03.09.2018

Мета. Створення та впровадження в селекційний процес рекомбінантних матеріалів буряків із поліпшеними параметрами форми коренеплоду для подальшої селекції батьківських компонентів гібридів буряків цукрових на ЦЧС основі. **Методи.** Польовий, лабораторний, статистичний. **Результати.** За результатами досліджень відібрано одностійні форми буряків цукрових (кандидати в лінії О-типу) з поліпшеною формою коренеплоду, отримані розщепленням гібридних матеріалів різної генетичної структури. Установлено, що ступінь зав'язування насіння під час самозапилення рослин є досить низьким (16,4 – 25,3%), спостерігається зниження посівних якостей насіння інцухт-матеріалів. Ці селекційні матеріали характеризувалися овально-конічною та ширококонічною формами коренеплоду (індекс «Ф» був у межах 0,98 – 1,24). Аналіз біометричних показників коренеплодів свідчить про те, що в новостворених матеріалах порівняно з буряками цукровими (лініями О-типу) відбулося істотне збільшення довжини коренеплоду (9,1%), відстані від площини максимального діаметра коренеплоду до вершини головки (37,0%) та маси коренеплоду (28,6%). Здійснено перше бекросне схрещування відібраних форм із запилювачами-закріплювачами стерильності, досягнуто підвищення рівня цукристості коренеплодів і пенетрантності генів $xxzz$ (до 50%) у гібридів BC_2 . **Висновки.** Рекомбінантні генотипи рослин є цінним вихідним матеріалом для селекції батьківських компонентів гібридів буряків цукрових за формою коренеплоду. За використання гібридизації та інбридингу вже в 2-му поколінні гібридів (F_2) можна виділити кандидатів у запилювачі-закріплювачі стерильності (лінії О-типу) з овально-конічною і ширококонічною формами коренеплоду. Ця ознака стабільно успадкується потомством на наступних етапах селекції зі створення ліній запилювачів-закріплювачів стерильності та їх ЦЧС аналогів.

Ключові слова: буряки цукрові, вихідний матеріал, гібридизація, схрещування, інбридинг, гетерозис, форма коренеплоду, ступінь зав'язування насіння.

<https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201812-07>

Пріоритетним завданням вітчизняної науки є створення нового покоління високопродуктивних гібридів буряків цукрових, адаптованих до умов довкілля, придатних для енерго- та екологоощадних технологій вирощування і різних напрямів використання сировини.

Успіх селекційної роботи зі створення високопродуктивних гібридів буряків цукрових значною мірою забезпечується генетичною цінністю вихідного матеріалу, його різноманітністю та ступенем вивчення генетичної детермінації господарсько цінних ознак і закономірностей їх успадкування [1, 2].

Вирішення цих завдань сприятиме підвищенню інтенсивності та результативності селекційного процесу, розширенню і збагаченню вітчизняного генофонду вихідного матеріалу та поліпшенню генетичного потенціалу.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Застосування селекційно-генетичних методів, зокрема різних схем гібридизації, дає можливість створювати нові генотипи рослин і поліпшувати наявні. Гібридизація розширює процес формотворення, підвищує генетичну мінливість рослин за комплексом біологічних і господарських властивостей. Тому це є найпоширенішим методом створення нового вихідного матеріалу з бажаним комплексом селекційно-генетичних ознак [3, 4].

Основним методом отримання лінійних матеріалів буряків цукрових у селекції на гетерозис є інбридинг. Його значущість очевидна в теоретичних розробках і на практиці. Якщо основою популяційної селекції були різні форми масового і групового доборів, то в гетерозисній селекції базовим є використання ліній, гомозиготних за селектованими ознаками, та їх наступна гібридизація [5, 6].

Метод інбридингу дає змогу провести диференціацію складної перехреснозапилної популяції і виділити багато цінних генотипів рослин з ознаками, що мають рецесивну природу. Тому інбридинг М.І. Вавилов справедливо вважав формотворчим фактором. Цей метод у гетерозисній селекції потрібно

застосовувати ще й тому, що вже на перших етапах селекційної роботи елімінуються дефективні і нежиттєздатні рослини, які мають летальні та напівлетальні гени [7]. Основна перешкода його застосування — дуже погане зав'язування насіння на ізольованих рослинах. Створенню самозапиленних ліній перешкоджає система генетичної несумісності, властива перехреснозапилним культурам, зокрема й бурякам цукровим [8, 9].

Генетична система самонесумісності пояснюється гіпотезою опозиційних факторів. У буряків цукрових вона належить до гаметофітного типу, її особливість — незалежна дія множинної серії S-алелів у пилкових зернах і приймочці маточки. Генетичну інтерпретацію самонесумісності дає гіпотеза Оуена [6], згідно з якою ця ознака контролюється 2-ма комплементарними генами, що виявляють незалежну дію один до одного [10]. За наявності однакових алелів у пилковій трубці і тканині приймочки рослина нездатна до самозапилення, проте зав'язує насіння від запилення чужорідним пилком, який несе неідентичні алелі. Так, якщо рослина має генотип $s1s2s3s3$, то пилкові трубки генотипу $s1s3$ і $s2s3$ зумовлюють реакцію несумісності, натомість потраплення пилку, що несе алелі $s1s4$, $s2s4$, $s1s5$, $s2s6$ та ін., цю реакцію пригнічує, унаслідок чого на материнській рослині формується насіння. Відмінності між генотипами пилкового зерна і приймочки хоча б за одним алелем призводять до самозапилення [5, 11].

Шкідливий вплив самозапилення на буряках цукрових вивчали В. Бартош, К. Андрлік, Г. Феліх, Г. Корн, Б. Каянус, Г. Шоу, Е. Бауер. Вони відзначали, що за примусового самозапилення зав'язування насіння погіршується, з'являються дефективні рослини, знижуються показники схожості насіння, урожайності та цукристості коренеплодів [12, 13].

Мета досліджень — створити та впровадити в селекційний процес рекомбінантні матеріали буряків із поліпшеними параметрами форми коренеплоду для подальшої селекції батьківських компонентів гібридів

буряків цукрових на ЦЧС основі.

Матеріали і методика досліджень.

Дослідження проводили на Дослідній станції тютюництва НААН у 2015–2017 рр. До польових дослідів було залучено 64 рекомбінантні форми, отримані контрольованими схрещуваннями різних генотипів буряків цукрових і кормових.

Батьківські форми та отримані гібриди вивчено за комплексом господарсько цінних ознак згідно з методикою сортовипробування, розробленою науковцями Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН. Сортовипробування проведено на 3-рядкових ділянках з обліковою площею 10,8 м², повторність — 3-разова, розміщення варіантів на ділянках — рендомізоване. Вибірка коренеплодів для аналізу становила 75 шт. із кожного повторення.

Для визначення індексу форми коренеплоду використано методику, яка ґрунтується на індексації форми кожного коренеплоду за співвідношенням його метричних показників [14, 15].

Індекс форми коренеплоду (Ф) вираховували за формулою:

$$\Phi = \frac{K \times D \times B}{L \times d},$$

де Ф — індекс форми коренеплоду; К — коефіцієнт, виражений в абсолютних одиницях (визначається величиною маси коренеплоду, поділеною на 1000); D — максимальний діаметр коренеплоду, см; B — відстань від площини максимального діаметра коренеплоду до верхини головки, де починає формуватися гичка, см; L — довжина власне коренеплоду, відстань від верхини головки до кінчика хвостової частини, см; d — діаметр у хвостовій частині коренеплоду, см.

Залежно від величини індексу «Ф» використовували таку класифікацію: 0,01–0,25 — веретеноподібна; 0,26–0,50 — вузькоконічна;

0,51–0,75 — конічна; 0,76–1,00 — ширококонічна; 1,01–1,50 — овально-конічна; 1,51–2,50 — округло-конічна.

Енергію проростання і схожість насіння, масу 1000 плодів визначали за чинними стандартами ДСТУ 2292–93, 4232–2003, 4328–2004. Ступінь зав'язування плодів на насінниках буряків цукрових — за методикою [16].

Технологія вирощування буряків цукрових була загальноприйнятою для зон бурякосіяння.

Результати досліджень. Для створення нових генотипів ліній О-типу та їх ЦЧС аналогів з поліпшеними параметрами форми коренеплоду отримано 64 рекомбінантні зразки буряків через гібридизацію відселектованих запилювачів-закріплювачів стерильності буряків цукрових із буряками кормовими. У генотипі частини рослин цих рекомбінантних матеріалів закладено рецесивні гени «х» і «z», що контролюють закріплювальну здатність та різні алелі генів L₁, L₂ та Sh₁, Sh₂, які визначають форму коренеплоду.

За результатами вивчення рекомбінантних матеріалів буряків за формою коренеплоду встановлено значні відмінності від вихідних зразків буряків цукрових (ліній О-типу). Ці селекційні матеріали характеризувалися овально-конічною та ширококонічною формами коренеплоду (індекс «Ф» був у межах 0,98–1,24). Коренеплоди буряків цукрових (лінії О-типу) мали конічну форму з варіюванням цього показника в межах 0,65–0,73.

Аналіз біометричних показників коренеплодів (табл. 1) свідчить про те, що в новостворених матеріалах порівняно з буряками цукровими (лініями О-типу) відбулося істотне збільшення довжини коренеплоду (L), відстані від площини максимального

1. Середні значення біометричних показників форми коренеплоду рекомбінантних матеріалів буряків (От×КБ) та їх батьківських компонентів, 2015–2017 рр.

Матеріал	L	D	d	B	K	Індекс форми коренеплоду (Ф)	Форма коренеплоду
	см						
Цукрово-кормові гібриди (F ₁)	24,6	9,0	1,0	4,3	0,72	1,13	Овально-конічна
Буряки цукрові (лінії О-типу)	22,5	8,8	1,0	3,2	0,56	0,69	Конічна
Буряки кормові	26,1	9,2	1,0	4,9	0,84	1,46	Овально-конічна

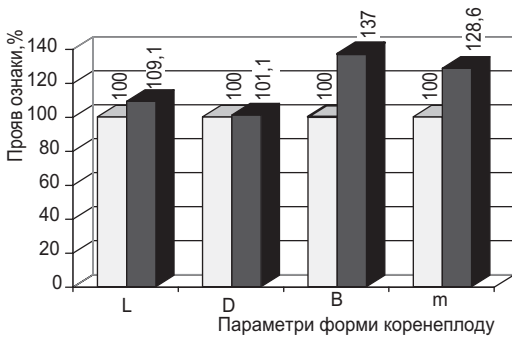


Рис. 1. Зміна біометричних показників коренеплодів рекомбінантних форм порівняно з буряками цукровими (лініями О-типу), %: □ – буряки цукрові (лінії О-типу); ■ – цукрово-кормові гібриди (F₁)

діаметра коренеплоду до вершини головки (В) та маси коренеплоду (m).

Якщо прийняти середні значення біометричних показників коренеплодів буряків цукрових (лінії О-типу) за 100%, то в рекомбінантних матеріалах буряків спостерігається перевищення батьківської форми за довжиною коренеплоду (L) на 9,1%, відстанню від площини найбільшого діаметра до вершини головки (В) — на 37,0 і масою коренеплоду — на 28,6% (рис. 1).

Коренеплоди гібридних матеріалів буряків унаслідок перекомбінації різних алелів генів L₁, L₂ і Sh₁, Sh₂ характеризувалися гладенькою поверхнею з мілкою ортостоєю і більше виступали над поверхнею ґрунту, ніж буряки цукрові, що сприятиме зниженню енергозатрат під час їх викопування і зменшенню виносу родючого шару ґрунту з поля.

Це є цінний вихідний матеріал для подальшої селекції батьківських компонентів

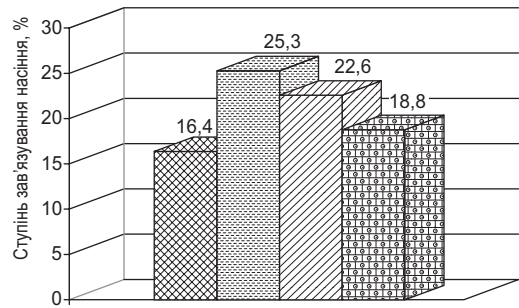


Рис. 2. Ступінь зав'язування насіння під час самозапилення рослин рекомбінантних форм буряків цукрових різного генетичного походження: □ – Ум. 3 (От130/62/1×Славія)F₁; ■ – Ум. 15 (От130/62/2×Славія)F₁; ▨ – Ум. 7 (От141/71×Славія)F₁; ▩ – Ум. 22 (От84/02×Славія)F₁

гібридів буряків цукрових за формою коренеплоду.

Наступним етапом досліджень було виділення в 2-му поколінні (F₂) через самозапилення гібридних рослин (F₁) однонасінних форм та їх повторне схрещування з відселектованими закріплювачами стерильності (лініями О-типу) для підвищення рівня цукристості коренеплодів і збільшення пенетрантності генів закріплювальної здатності «х» і «z». Дослідженнями учених [17, 18] встановлено, що багаторостковість і односторостковість насіння контролюються одним геном, який має різні прояви (М–m). Тому згідно із закономірностями успадкування ознак, уперше розроблених ще Г. Менделем, під час самозапилення рослин цих рекомбінантних форм буряків (F₁) у 2-му поколінні (F₂) теоретично передбачається розщеплення за плідністю насіння в співвідношенні 3:1 (3 рослини багатонасінні, 1 — однонасінна).

2. Показники посівних якостей насіння отриманого самозапиленням рослин рекомбінантних форм буряків різного генетичного походження, 2016 р.

Походження матеріалів	Проаналізовано рослин, шт.	Маса 1000 насінин, г	Енергія проростання	Схожість
			%	
Ум.3 (От130/62/1×Славія)F ₁	37	11,4	12	16
Ум.15 (От130/62/2×Славія)F ₁	47	9,9	13	18
Ум.7 (От141/71×Славія)F ₁	39	12,1	11	15
Ум.22 (От84/02×Славія)F ₁	44	12,3	10	14
НІР ₀₅	–	1,7	1,4	1,6

3. Розщеплення гібридів F_2 за плідністю насіння, 2017 р.

Клас за розщепленням	Плідність насіння	Кількість рослин, шт.	Співвідношення
1	ММ	104	3
2	мм	32	1

За результатами проведених досліджень установлено, що ступінь зав'язування насіння під час самозапилення рослин буряків цукрових характеризується невисокими показниками. Залежно від походження батьківських компонентів вони були в межах 16,4–25,3% (рис. 2). Екстремальні значення цього показника варіювали від 5,7 до 40,1%.

Посівні якості насіння інцухтованих рослин унаслідок дії системи самонесумісності та несприятливих умов росту і розвитку, що створюються під ізолятором, також були досить низькими. Енергія проростання насіння різних селекційних зразків варіювала в межах 10–13%, схожість — 14–18% (табл. 2).

У 2017 р. коренеплоди-штеклінги, вирощені з насіння F_2 , і коренеплоди відселектованих О-тип форм висаджено на ізолюваній ділянці за схемою ряд рослин ліній О-типу — ряд рослин F_2 . У процесі вегетації проведено їх оцінку за ознаками «стерильність-фертильність пилку» та «плідність насіння». Усі багатонасінні рослини вибрано, а однонасінні залишено для циклу бекросних схрещувань із відселектованими лініями О-типу. Співвідношення багатонасінних і однонасінних генотипів рослин підтверджує моногенний характер успадкування цієї ознаки (табл. 3).

За результатами добору було виділено 32 однонасінних генотипи рослин, які під ізоляторами попарно (1 гібридна рослина F_2 2хмм і 1 рослина лінія О-типу) були повторно схрещені з відселектованими закріплювачами стерильності. Одночасно було досягнуто підвищення рівня цукристості коренеплодів і пенетрантності генів ххzz (до 50%) у гібридів BC_1 . Також коренеплоди цих рекомбінантних матеріалів характеризувалися овально-конічною формою і частково виступали над поверхнею ґрунту.

Висновки

Рекомбінантні генотипи рослин є цінним вихідним матеріалом для селекції батьківських компонентів гібридів буряків цукрових за формою коренеплоду. За використання гібридизації та інбридингу вже в 2-му поколінні гібридів (F_2) можна виділити кандидатів у запилювачі-закріплювачі

стерильності (О-типи) з овально-конічною і ширококонічною формами коренеплоду. Ця ознака стабільно успадкується потомством на наступних етапах селекції зі створення ліній запилювачів-закріплювачів стерильності та їх ЦЧС аналогів.

Роик Н.В.¹, Парфенюк О.А.²

Институт биоэнергетических культур и сахарной свеклы НААН, ул. Клиническая, 25, г. Киев, 03141, Украина; e-mail: ¹sugarbeet@ukr.net, ²oksana_parfenyuk@ukr.net

Использование рекомбинантных материалов в селекции родительских компонентов гибридов сахарной свеклы по форме корнеплодов

Цель. Создание и внедрение в селекционный процесс рекомбинантных материалов свеклы с улучшенными параметрами формы корнеплода для дальнейшей селекции родительских компонентов гибридов сахарной

свеклы на ЦМС основе. **Методы.** Полевой, лабораторный, статистический. **Результаты.** По результатам исследований отобрано односемянные формы сахарной свеклы (кандидаты в линии О-типа) с улучшенной формой корнеплода, полученные путем расщепления гибридных материалов различной генетической структуры. Установлено, что степень завязывания семян при самоопылении растений достаточно низкая (16,4–25,3%), наблюдается снижение посевных качеств семян инцухт-материалов. Данные селекционные материалы характеризовались овально-конической и ширококонической формами корнеплода (индекс

«Ф» был в пределах 0,98–1,24). Анализ биометрических показателей коренеплодов свидетельствует о том, что в новосозданных материалах по сравнению со свеклой сахарной (линиями О-типа) произошло существенное увеличение длины коренеплода (на 9,1%), расстояния от плоскости максимального диаметра коренеплода к вершине головки (37,0%) и массы коренеплода (28,6%). Совершенно первое бекросное скрещивание отобранных форм с опылителями-закрепителями стерильности, достигнуто повышение уровня сахаристости коренеплодов и пенетрантности генов *xxzz* (до 50%) у гибридов BC₁. **Выводы.** Рекомбинантные генотипы растений являются ценным исходным материалом для селекции родительских компонентов гибридов сахарной свеклы по форме коренеплода. При использовании гибридизации и инбридинга уже во 2-м поколении гибридов (F₂) можно выделить кандидатов в опылители-закрепители стерильности (линии О-типа) с овално-конической и ширококонической формами коренеплода. Данный признак стабильно наследуется потомством на последующих этапах селекции по созданию линий опылителей-закрепителей стерильности и их ЦМС аналогов.

Ключевые слова: свекла сахарная, исходный материал, гибридизация, скрещивание, инбридинг, гетерозис, форма коренеплода, степень завязывания семян.

<https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201812-07>

Roik M.¹, Parfeniuk O.²

Institute of Bioenergetic crops and sugar beet NAAS, Clinichna Str., 25, Kyiv, 03141, Ukraine; e-mail: ¹sugarbeet@ukr.net, ²oksana_parfenyuk@ukr.net

Use of recombinant materials in selection of parent components of sugar beet hybrids in the root shape

The purpose. Creation and implementation

in selection process of recombinant materials of beet with improved parameters of the shape of root for the further selection of parent components of hybrids of sugar beet on CMS basis. **Methods.** Field, laboratory, statistical. **Results.** By results of probes they selected one-seeded forms of sugar beet (candidates for lines of O-type) with improved shape of root, gained by fission of hybrid materials of different genetic structure. It is fixed that the extent of setting of seeds at autogamy of plants is low enough (16,4–25,3%), and it is also observed lowering sowing qualities of seeds of inbreeding-materials. These materials were characterized by oval-conic and wide-conic shape of roots (index «F» was within the limits of 0,98–1,24). Analysis of biometrical indexes of roots testifies to the following: in newly created materials in comparison with sugar beet (lines of O-type) have descended essential augmentation of length of a root (on 9,1%), distances from the plane of maximum diameter of a root to vertex of a head (37,0%), and mass of a root (28,6%). First backcross mating is accomplished of the select forms with pollinators-fixers of sterility, and heightening level of sugariness of roots and penetrances of genes *xxzz* (up to 50%) at hybrids BC₁ is achieved. **Conclusions.** Recombinant genotypes of plants are the valuable initial stock for selection of parent components of hybrids of sugar beet by the shape of a root. At use of hybridization and inbreeding already in the 2-nd generation of hybrids (F₂) it is possible to select candidates for pollinators-fixers of sterility (lines of O-type) with oval-conic and wide-conic shape of roots. That attribute is stably inherited by offspring at the subsequent stages of selection on building lines of pollinators-fixing agents of sterility and their CMS analogs.

Key words: sugar beet, initial stock, hybridization, mating, inbreeding, heterosis, shape of a root, extent of setting of seeds.

<https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201812-07>

Бібліографія

1. Роїк М.В., Корнєєва М.О. Напрями, методи та стратегія розвитку селекції цукрових буряків. *Цукрові буряки*. 2015. № 6. С.7–9.
2. Орлов С.Д., Дубчак О.В. Генетичний потенціал з ЦЧС ліній цукрових буряків. *Цукрові буряки*. 2017. № 1. С. 6–8.
3. Корнєєва М.О., Ненька О.В. Генетична обумовленість високої продуктивності експериментальних гібридних комбінацій цукрових буряків (*Beta vulgaris* L.). *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин*. 2016. № 2. С. 10–15.
4. Richardson K. Traditional Breeding in Sugar

- Beet. *Sugar Tech*. 2010. V. 12(3–4). P.181–186.
5. Бугайов В.Д., Васильківський С.П., Власенко В.А. та ін. Спеціальна селекція польових культур: навч. посібник; за ред. М.Я. Молоцького. Біла Церква, 2010. С. 276–313.
6. Draycott A.P. Sugar beet. UK. Blackwell Publishing, 2005. P. 50–88.
7. Вавилов Н.И. Метод инцухта. Избр. соч. Москва: Колос, 1966. 382 с.
8. Архимович А.З. Проблемы инцухта. *Сортсемуправление*. 1928. Вып. 4. С. 19–22.
9. Гринько Г.Ф. Инцухт у сахарной свеклы.

Свекловодство. Т. 1. Биология, генетика и селекция сахарной свеклы. Киев: ГИ колхозной и совхозной литературы УССР, 1940. С. 727–741.

10. Owen F. V. Inheritance of cross and self-sterility and self-fertility in *Beta vulgaris*. *J. Agris. Res.* 1942. V. 13. P. 679–698.

11. Савицкий В. Ф. Генетика сахарной свеклы. Свекловодство. Киев: Госсельхозиздат УССР, 1940. Т. 1. С. 551–688.

12. Перетятко В. Г. Инбридинг, качество пыльцы и семян у сахарной свеклы. Цитоплазматические и цитозембриологические исследования в селекции сахарной свеклы. Киев, 1986. С. 169–173.

13. Молоцький М. Я., Васильківський С. П., Князюк В. І., Власенко В. А. Селекція і насінництво сільськогосподарських рослин: підручник. Київ: Вища освіта, 2006. 463 с.

14. Селекция, семеноводство и технология возделывания кормовой свеклы; под ред. В. Г. Иглюковой. Москва: ВИК, 1990. 178 с.

15. Корниенко А. В., Сукорукх В. А., Бердников Р. В., Гончаров Е. В. Создание исходного материала нового поколения с использованием методов сингенетики. Рамонь, 2010. 246 с.

16. Слюсаренко З. С., Бережко С. Т. Методические рекомендации по определению степени завязывания плодов у семенных растений сахарной свеклы при селекции на высокую плодовитость и всхожесть семян. ВНИС. Киев, 1976. 6 с.

17. Малецкий С. И. Генетика сахарной свеклы. Новосибирск: Наука, 1984. 184 с.

18. Чекалін М. М., Тищенко В. М., Баташова М. Є. Селекція та генетика окремих культур: навч. посібник. Полтава, 2008. 368 с.

ВИПРАВЛЕННЯ

У статті **О. В. Демиденко, І. С. Шаповал, П. І. Бойко, В. А. Величко «Обіг азоту в різноротаційних сівозмінах Лівобережного Лісостепу»**, що вийшла друком у журналі «Вісник аграрної науки» № 7, 2018 р. (с. 59–67), на сторінці 60, у другій колонці, третьому знизу абзаці слід читати:

«За розрахунку баланс азоту (Б-N) враховують такі статті надходжень і витрат:

$$Б-N = (N + N_d + N_g) - (N_b + N_m + N_{\min} + N_e),$$

де Б-N — баланс азоту, кг/га; N_d — азот добрив, кг/га; N_n — азот, внесений із насінням, кг/га; N_g — розміри збагачення ґрунту біологічним азотом, кг/га; N_b — винос азоту рослинами (основна і побічна продукція), кг/га; N_m — газоподібні втрати N, кг/га, які становлять 15–25% норми, внесеної з азотними добривами; N_{\min} — витрати N за рахунок мінералізації гумусу (на 1 кг N основної і побічної продукції врожаю з ґрунту втрачається 20 кг гумусу), кг/га; N_e — втрати за рахунок вимивання з ґрунту, кг/га».

ВИПРАВЛЕННЯ

З технічних причин у статті **М. В. Гладій, Ю. П. Полупан, О. І. Костенко, С. І. Ковтун, С. В. Кузєбний, К. В. Копилов, Л. В. Вишневський, О. В. Щербак, Н. Л. Рєзнікова «Науково-практичні аспекти селекції і збереження генофонду молочної худоби»**, що вийшла друком у журналі «Вісник аграрної науки» №11 2018 р. (с. 71–79), допущено помилку в назві статті російською та англійською мовами. Правильна назва у рефераті на с. 77 — «**Научно-практические аспекты селекции и сохранения генофонда молочного скота**», на с. 78 — «**Scientific and practical aspects of selection and preservation of the gene pool of dairy cattle**».