УДК 633.11:631.527(477.53)
В.М. КІР'ЯН, кандидат с.-г. наук, с.н.с.
Устимівська дослідна станція рослинництва Інституту рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН
e-mail: uds@kremen.ukrtel.net

ПОБУДОВА СТАТУСМЕТРИЧНИХ МОДЕЛЕЙ ОЗНАКИ ЗИМОСТІЙКОСТІ ПШЕНИЦІ

Наведена методика та результати первинної селекційної оцінки зразків озимої пшениці по зимостійкості з допомогою методу статусметрії, який дозволяє проводити дослідження баз даних шляхом побудови математичних (функціональних) моделей складних ознак. Статусметричні моделі використовуються для одержання необхідної селекціонерам і дослідникам інформації про роль первинних показників при формуванні складного кількісного показника зимостійкості.

Ключові слова: *селекція, озима пшениця, колекція, зимостійкість, стасусметрія*

Вступ. Ефективність селекційного процесу в значній мірі залежить від вірності вибору головних критеріїв оцінки вихідного матеріалу. Нами була зроблена спроба виділити найбільш вагомі показники для первинної селекційної оцінки озимої м'якої пшениці по зимостійкості.

Для того щоб зрозуміти характер зв'язку між ознаками, потрібен тривалий час. Виконання такої роботи вимагає великих затрат часу, матеріальних та інтелектуальних ресурсів. Для скорочення термінів отримання результатів нами була використана створена Разорьоновим Г.І. математична теорія станів складних природних або штучних об'єктів, що базується на статусметрії [3]. Статусметрія – це комплекс методів для автоматизованої кількісної оцінки аналізу стану складних багатопараметричних об'єктів за мінімізованими комплексами інформативних показників, відібраних із великої кількості параметрів, що характеризують ці об'єкти. Він включає в себе автоматизований комп'ютерний експеримент, методи теорії розпізнавання образів "з вчителем", методи відбору і ранжирування інформативних показників. Статусметрія дозволяє проводити дослідження бази даних шляхом побудови математичних (функціональних) моделей складних ознак.

Серед *завдань* нашого дослідження була побудова статусметричної моделі для ознаки зимостійкості. Ця модель може бути використана для отримання необхідної селекціонерам та дослідникам інформації про роль первинних показників в формуванні складної кількісної ознаки зимостійкості.

Побудову моделі здійснювали в такій послідовності:

- формування бази оціночних даних за результатами вивчення зразків озимої пшениці в умовах Устимівської дослідної станції рослинництва (Полтавська область) для кожного року польових досліджень;
- попередній статистичний аналіз бази даних за допомогою програми ANBANK;
- формування пар навчальних вибірок для кожного з альтернативних класів стану рослин пшениці;
- побудова методами статусметрії функціональної моделі класифікації стану об'єктів, яка має вигляд лінійного полінома – багатовимірної функції:

$$\boldsymbol{Z = B_0 + B_1 \cdot X_1 + B_2 \cdot X_2 + ... + B_k \cdot X_k}\text{, де:}$$

- Z – узагальнений показник стану (УПС) зразка. Він визначає положення кожного зразка навчальної вибірки на шкалі дискримінантної функції Z;
- коефіцієнт B_0 – так званий вільний член. Він має геометричний смисл відстані від початку координат до роздільної площини;
- коефіцієнти B_i, i=1,..., k надають досліднику інформацію про напрям (за знаком B_i) і "силу" (за абсолютною величиною B_i) впливу відповідних показників X_i на Z , як УПС об'єкту.

Таким чином, модель має простий фізичний сенс: значення Z_i подається у вигляді суми "внесків" $B_i X_i$, які "роблять" первинні показники X_i. Вагомість кожного "внеску" визначається абсолютним значенням відповідного коефіцієнту B_i. B_0 має смисл первинного " внеску", який не залежить від значень показників X_i. Підсумовування "внесків" алгебраїчне: показники з позитивними коефіцієнтами збільшують УПС; показники з від'ємними коефіцієнтами – зменшують. Результативне значення Z_i, таким чином, визначається загальним сумарним ефектом, який надає принципову перевагу методів аналізу складних ознак, основаних на функціональних моделях класифікації станів, в порівнянні з традиційними методами статистичної оцінки.

Для статистичної обробки отриманих даних також використовували математичні розробки В.Г. Вольфа та Б.А. Доспєхова [1, 2]. Обробку даних проводили у відділі АІС Всеросійського НДІР під керівництвом Т.С.Разорьонової.

При проведенні статусметричного аналізу нами була сформована база даних за результатами вивчення колекції пшениці в 1992-1995 рр. (58 полів і 1870 записів), що використовувалася для побудови функціональних моделей складних ознак. Відібрані показники (X_i) представляють собою характеристики рослин, отримані в польових та лабораторних умовах.

Побудовані моделі дозволяють визначити "вагомість" внеску показників, що виділилися в величину узагальненого показника стану (зимостійкості).

Моделі зимостійкості озимої пшениці будували за даними 1992/93, 1993/94, 1994/95 рр. (для кожного року окремо). За результатами перезимівлі 1993/94 р. із бази даних були виділені зимостійкі (бал перезимівлі 5-9), середньозимостійкі (бал 4) і слабозимостійкі (бал 1-3) зразки. Оскільки зима 1993/94 р. була найсуворішою, то даними перезимівлі, отриманими в цьому році, ми користувалися для розділення зразків озимої пшениці за групами зимостійкості і в роки зі сприятливою перезимівлею. Нижче наведені етапи побудови моделей зимостійкості.

В 1993/94 р. із бази даних виділені дві альтернативні групи зразків: 1) зимостійкі – 173 зразки; 2) слабозимостійкі – 191 зразок. Група зразків озимої пшениці з середнім рівнем зимостійкості була виключена із розгляду з метою отримання контрастних станів.

На стадії попереднього статистичного аналізу із розгляду було виключено низку ознак, що рідко зустрічаються: X_8 - опушеність лусочок, X_{10} - зернівки білі, X_{12} - лусочки червоні, X_{35} - колір листків світло-зелений, X_{57} - виповненість соломини; видалена ознака X_{15} - тривалість періоду сходи-достигання, зважаючи на те, що він є результуючим показником ознак X_{13} - тривалість періоду сходи-колосіння и X_{14} - тривалість періоду колосіння-достигання. Із розгляду також була виключена одна із пари ознак, що сильно корелювали між собою, оскільки наявність їх обох робить неможливою побудову статусметричних моделей. Такими ознаками виявились X_{40} - восковий наліт соломини (сильно корелювала з X_{41} - восковий наліт листової пластинки) і X_{22} - продуктивна кущистість (остання сильно корелювала з X_{21} - загальна кущистість).

Потім за спеціальною програмою виконали безпосередньо побудову моделі – процедуру мінімізації (послідовне виключення найменш "вагомих" показників відносно шуканих відмінностей: "зимостійкі" – "слабозимостійкі"). Таким чином був відібраний комплекс найбільш інформативних характеристик рослин озимої пшениці, ступінь прояву (наявність або відсутність) яких була пов’язана із зимостійкістю в конкретних умовах вегетації. Модель зимостійкості 1993/94 р. має вигляд:

$$Z_{1993/94} = 81,121 + 0,055 \cdot X_{20} + 0,697 \cdot X_{27} + 0,073 \cdot X_{29} + 1,959 \cdot X_{46} + 0,012 \cdot X_{58} - 0,294 \cdot X_{15} - 0,291 \cdot X_{13} - 0,380 \cdot X_{14} - 0,149 \cdot X_{45} - 0,289 \cdot X_{47}$$

Модель дозволила оцінити силу і напрямок впливу змін значень досліджуваних показників на рівень зимостійкості в 1993/94 р.

Для того, щоб отриману модель використовувати при класифікації матеріалу по зимостійкості (отримання інтегрального показника зразка Z), необхідно підставити значення показників X_i і після проведення нескладних алгебраїчних обрахунків застосувати наступне

вирішальне правило:

Z > 0,644 – зразок зимостійкий;

Z < -0,069 – зразок слабозимостійкий;

- 0,069 ≤ Z ≤ 0,644 – невизначене вирішення.

Точність моделі в 1993/94 р. склала 92,9 %, довірча імовірність – 90 %.

Після приведення функціональної моделі в спеціальний вигляд утворилося дві низки ранжируваних за абсолютною величиною позитивних і від'ємних коефіцієнтів вагомості при показниках, відібраних за критерієм інформативності – відгуку (зміні) значень показника, що розглядається. При цьому знаки "+" і "-" перед коефіцієнтом показували на позитивний (або негативний) вплив відповідного параметра на зимостійкість, а абсолютна величина коефіцієнта свідчила про ступінь вираження цього впливу. спеціальний вигляд моделі дозволяє оцінити "вагомість" внеску виділених показників у величину узагальненого показника стану (зимостійкості).

В 1993/94 р. виділені, як найбільш інформативні такі позитивні показники:

X58 - маса зерна с 1м2 (0,521)
X20 - висота рослини (0,264)
X27 - форма куща (0,253)
X46 - маса зерна з головного колоса (0,206)
X29 - довжина 2-ї зверху листової пластинки (0,081)

негативні показники:

X14 - тривалість періоду колосіння-достигання (-0,472)
X13 - тривалість періоду сходи-колосіння (-0,459)
x45 - кількість зерен у колосі (-0,306)
X47 - маса зерна з рослини (-0,139)

Аналогічно будували решту моделей. В 1992/93 р. (рік з теплою зимою) модель мала такий вигляд:

$$Z1992/93 = - 25,798 + 0,173\cdot X13 + 0,134\cdot X32 + 0,392\cdot X41 + 0,623\cdot X47 - 0,076\cdot X14 - 0,538\cdot X17 - 1,856\cdot X30 - 1,665\cdot X31 - 0,733\cdot X39 - 0,397\cdot X43 - 0,070\cdot X45$$

Вирішальне правило:

Z > 0,148 – зразок зимостійкий;

Z < -0,428 – зразок слабозимостійкий;

-0,428 < Z < 0,148 – невизначене вирішення.

Точність моделі в 1992/93 р. склала 84,5 %, довірча імовірність – 80 %.

Як найбільш інформативні в цьому році виділені такі позитивні показники:

X32 - довжина колосоносного міжвузля (0,418)
X13 - тривалість періоду сходи-колосіння (0,370)
X47 - маса зерна з рослини (0,334)
X41 - восковий наліт соломини до достигання (0,210)

негативні показники:

X43 - кількість колосків у колосі (-0,369)
x45 - кількість зерен у колосі (-0,320)
X30 - ширина прапорцевого листка (-0,282)
X39 - текстура листків (-0,262)
X17 - стійкість до борошнистої роси (-0,240)
X14 - тривалість періоду колосіння-достигання (-0,226)
X31 - ширина 2-ї зверху листової пластинки (-0,193)

В 1994/95 р. (рік з теплою зимою) модель мала такий вигляд:

$$Z1994/95 = 9,883 + 0,04\cdot X20 + 0,090\cdot X28 + 0,211\cdot X41 + 0,148\cdot X47 + 0,220\cdot X33 - 0,184\cdot X14 - 0,319\cdot X24 - 1,678\cdot X30 - 2,390\cdot X31 - 0,274\cdot X43$$

Вирішальне правило:

$Z > 0,190$ – зразок зимостійкий;

$Z < 0,164$ – зразок слабозимостійкий;

$0,164 < Z < 0,190$ – невизначене вирішення.

Точність моделі в 1994/95 р. склала 76,8 %, довірча імовірність – 75 %.

Як найбільш інформативні в цьому році виділені такі позитивні показники:

X20 - висота рослин (0,426)
X28 - довжина прапорцевого листка (0,267)
X47 - маса зерна з рослини (0,196)
X58 - маса зерна з 1 м2 (0,196)
X41 - восковий наліт соломини до достигання (0,180)

негативні показники:

X31 - ширина 2-ї зверху листової пластинки (-0,374)
X43 - кількість колосків у колосі (-0,374)
X24 - стійкість до вилягання (-0,363)
X14 - довжина періоду колосіння-достигання (-0,340)
X30 - ширина прапорцевого листка (-0,310)

Порівняння комплексів ознак, відібраних в різні роки, дозволило виділити найбільш стабільний інформативний показник, зв'язаний із зимостійкістю протягом всіх трьох років досліджень. Нею виявилася ознака X14 – довжина періоду колосіння-достигання (таблиця). За два роки із трьох інформативними ознаками, що повторювалися виявлено ознаки: X13 – довжина періоду сходи-колосіння, X20 – висота рослини, X30 – ширина прапорцевого листка, X31 – ширина 2-ї зверху листової пластинки, X41 – восковий наліт на соломині до достигання, X43 – кількість колосків у колосі, X45 – кількість зерен у колосі, X47 – маса зерна з рослини, X31 – маса зерна з 1м2. Як видно з таблиці коефіцієнти з ознаками X47 та X13 змінювали свій знак. Очевидно, це можна пояснити складними погодними умовами зимового періоду 1993/94 року.

Таблиця

Величини коефіцієнтів "вагомості" при інформативних показниках статусметричних моделей

Показники	Рік		
	1992/93	1993/94	1994/95
X_{13} - довжина періоду сходи-колосіння	0,370	- 0,459	
X_{14} - довжина періоду колосіння-достигання	- 0,266	- 0,472	- 0,340
X_{17} - стійкість до борошнистої роси	- 0,240		
X_{20} - висота рослини		0,264	0,462
X_{24} - стійкість до вилягання			- 0,363
X_{27} - форма куща		0,253	
X_{28} - довжина прапорцевого листка	0,267		
X_{29} - довжина 2-ї зверху листової пластинки		0,081	
X_{30} - ширина прапорцевого листка	- 0,282		- 0,310
X_{31} - ширина 2-ї зверху листової пластинки	- 0,193		- 0,374
X_{32} - довжина колосоносного міжвузля	0,418		
X_{39} - текстура листя	- 0,262		
X_{41} - восковий наліт на соломині до достигання	0,210		0,180
X_{43} - кількість колосків у колосі	- 0,369		-0,374
X_{45} - кількість зерен у колосі	- 0,320	- 0,306	
X_{46} - маса зерна з головного колоса		0,206	
X_{47} - маса зерна з рослини	0,370	- 0,139	0,196
X_{58} - маса зерна з $1м^2$		0,521	0,196

На властивість зимостійкості мали вплив, як морфологічні, біологічні, господарські ознаки та властивості, так і кліматичні умови в роки досліджень. На нашу думку, для селекціонерів важливо знайти доступні і достовірні способи і методи виявлення рівня зимостійкості озимої пшениці в роки зі сприятливою перезимівлею, оскільки суворі зими в умовах Лісостепу України зустрічаються один раз у 4-5 років. Одним з таких методів, на нашу думку, є статусметричний метод.

Висновки. Моделі, побудовані за результатами наших досліджень показують, що зимостійкі зразки, в середньому, більш пізньостиглі та врожайні, з коротшим міжфазним періодом колосіння-достигання, високорослі, нестійкі до вилягання, з більш розлогим кущем, нестійкі до борошнистої роси, з нежорсткими й довгими листовими пластинками, великою масою зерна з рослини та колоса, невеликою кількістю колосків і зерен у колосі. Більшість виявлених тенденцій вже відомі селекціонерам на основі їх багаторічного досвіду. Те, що ці зв'язки вдалося виявити на достатньо обмеженому матеріалі за нетривалий проміжок часу, можна віднести до переваг статусметричного підходу.

Список використаних літературних джерел

1. Вольф В.Г. Статистическая обработка опытных данных / В.Г Вольф. – М., 1966. – 255 с.

2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов // Изд. 4-е перераб. и доп. – М., 1979. – 416 с.

3. Разорёнов Г.И. Автоматизированная количественная оценка и анализ состояния организма (медицинская статусметрия). – Ч. 1 / Г.И. Разоренов, Г.А.. Поддубский. – Л.: Препринты ЛИИАН, 1985. – 48 с.

Аннотация

Кирьян В.М.

Построение статусметрических моделей признака зимостойкости озимой пшеницы.

Приведена методика и результаты первичной селекционной оценки образцов озимой пшеницы по зимостойкости с помощью метода статусметрии, который позволяет проводить исследование баз данных путём построения математических (функциональных) моделей сложных признаков. Статусметрические модели используются для получения необходимой селекционерам и исследователям информации о роли первичных показателей в формировании сложного количественного признака зимостойкости.

Ключевые слова: *селекция, озимая пшеница, коллекция, зимостойкость, стасусметрия.*

Annotation

Kir'yan V.

Construction of statusmetrical models of an attribute of winter hardiness of a winter wheat.

The technique and results of a primary selection estimation of samples of a winter wheat on winter hardiness with the help of a method of statusmetrics is given which allows to carry out research of databases by construction of mathematical (functional) models of complex attributes. The statusmetrical models are used for reception necessary to the selectors and researchers of the information about a role of primary parameters in formation of a complex quantitative attribute of winter hardiness.

Keywords: *breeding, winter wheat, collection, winter hardiness, stasusmetry*