

ОПТИМІЗАЦІЯ БАГАТОФАКТОРНИХ БІОТЕХНОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

М.Г. Саминіна, Л.В. Горбунов
Інститут тваринництва УААН

Проведено аналіз способів оптимізації досліджень, а саме: Гаусса-Зейделя, Бокса-Уілсона та симплексного методу. Для оцінки економічності методів багатofакторної оптимізації авторами запропоновано показник відносної економії витрат на проведення досліджень. Встановлено, що для вивчення системи з п'яти спільно змінюваних факторів є можливість скоротити витрати приблизно в 100 разів за умови, що інтервал варіювання кожного фактору дорівнює величині помилки досліджу.

біотехнологія, оптимізація, метод багатofакторного аналізу, показник відносної економії

Багатofакторність біотехнологічних досліджень зумовлена комплексним впливом різноманітних біологічних та технологічних факторів на об'єкт експерименту. Існує традиційний методологічний підхід, заснований на почерговому варіюванні кожного фактору при обов'язковій стабілізації інших [1]. Порушення цих умов є вимушеним для факторів, вплив яких ще не визначено, що у свою чергу позначається на строгості наукових висновків [2]. Проведення всього комплексу досліджень для одержання коректних висновків вимагає значних витрат часу і матеріалів. Однак існує ряд методів, що дають змогу одночасно вивчати кілька факторів при скороченні загальної кількості дослідів без утрат для інформативності отриманих результатів [3].

Одним із перспективних напрямів підвищення ефективності досліджень у біотехнології є перехід до методів оптимізації багатofакторного експерименту [4]. Оскільки вибір способу може йти по таких основних напрямках, як оцінка його економічної ефективності та визначення адекватного з існуючих методів, ця робота присвячена аналізу й оцінці їхньої економічності.

Мета роботи - встановити ефективність методів проведення багатofакторного аналізу, які можуть бути застосовані при біотехнологічних дослідженнях.

Матеріали та методи досліджень. Як об'єкт дослідження використовували наступні способи оптимізації досліджень: Гаусса-Зейделя [1], Бокса-Уілсона [3] та симплексний метод [5]. Метод Бокса-Уілсона представлений планами першого та другого порядку, тому що на основі цих планів досліджувана проблема може бути математично описана рівняннями регресії. Плани першого порядку - повний факторний експеримент (ПФЕ) і дробовий факторний експеримент (ДФЕ) та плани другого

порядку - ортогональне центральне композиційне планування (ОЦКП) і рототабельне центральне композиційне планування (РЦКП).

Розрахунок кількості дослідів, необхідних для одночасного вивчення комплексу факторів, проводили з урахуванням особливостей методик пошуку оптимуму. Для кількісної оцінки кожного методу використовували показник відносної економії витрат на проведення досліджень, який пояснює, в скільки разів можливо скоротити загальне число експериментів для вивчення багатфакторної системи.

Розрахункову частину цієї роботи виконано на комп'ютері Pentium II 350 MMX у програмному середовищі Excel'97.

Результати дослідження. Для порівняльного аналізу методів оптимізації багатфакторних досліджень нами введений кількісний показник відносної економії, який відображає кількісне скорочення експериментів для кожного з цих методів у порівнянні з загальною кількістю дослідів для вивчення можливих станів об'єкта дослідження (формула 1).

$$H = \frac{N}{N_j}, \quad (1)$$

де: N – кількість експериментів для визначення оптимуму всіх досліджуваних факторів методом Гаусса-Зейделя (формула 2);

N_j – загальна кількість дослідів j -го аналізованого методу, необхідних для визначення оптимального значення кінцевого параметра.

$$N = k^n, \quad (2)$$

де: n – кількість регульованих факторів, які досліджуються;

k – кількість рівнів варіювання факторів.

На практиці в біотехнологічних дослідженнях, як звичайно, вивчають вплив від 5 ± 2 факторів на об'єкт експерименту по 10 ± 5 рівнях їхнього варіювання [4].

Унаслідок того, що методики пошуку оптимуму мають свої характерні особливості [5], кількість дослідів для кожного методу оптимізації розраховано за формулами, наведеними у таблиці.

Розрахунки свідчать, що для вивчення комплексу факторів кожним з існуючих методів витрати істотно скорочуються (рис. 1).

При аналізі отриманих результатів встановлено, що показник відносної економії значно змінюється (рис.2). Наприклад, для симплексного методу при малому варіюванні $n = 3 \div 5$, $k = 6 \div 10$ зміна цього показника становить - від 4 до 6×10^3 , тому він є відчутним уразі вибору кількості факторів n і рівнів їхнього варіювання k .

Підвищення ефективності проведення біотехнологічних операцій у декілька разів при значному зниженні витрат часу та матеріалів, необхідних для досліджень, можливе завдяки переходу до багатфакторної оптимізації процесів.

Аналіз існуючих методів проведення оптимізації досліджень

Методи проведення дослідження			Розрахунок загальної кількості дослідів, N_j	Основні особливості методу: позитивні (+), негативні (-)
1. Метод Гаусса-Зейделя			$N = k^n$	+ Простота дослідження. - Неврахування впливу ефектів взаємодій факторів.
2. Метод Бокса-Уілсона.	Плани 1 порядку	- ПФЕ	$N_j = (2^n + k)p$	+ Виключення незначних факторів. + Математичний опис області оптимуму. - Відсутність можливості ввести додаткові фактори в процесі пошуку.
		- ДФЕ	$N_j = (2^{n-l} + k)p$	+ Зменшення кількості дослідів при збереженні властивостей ПФЕ.
	Плани 2 порядку	- ОЦКП	$N_j = (2^n + k)p + 2n + 1$	+ Урахування нелінійності поверхні відгуку. - Немає обмежень на кількість дослідів у центрі плану (як звичайно приймають $N_0=1$).
		- РЦКП	$N_j = (2^{n-l} + k)p + 2n + N_0, l, p, N_0 = 1, 2, 3, \dots$	+ Більш точний математичний опис поверхні відгуку в порівнянні з ОЦКП. - Більша кількість дослідів у порівнянні з ОЦКП.
3. Симплексний метод			$N_j = n + 1 + k$	+ Можливість введення додаткових факторів у процесі пошуку оптимуму. - Відсутність можливості виключити незначні фактори.

Примітка: 1) p – кількість планів функції відгуку; $p=1, 2, 3, \dots$;

2) N_0 – кількість дослідів у центрі плану (для планів другого порядку).

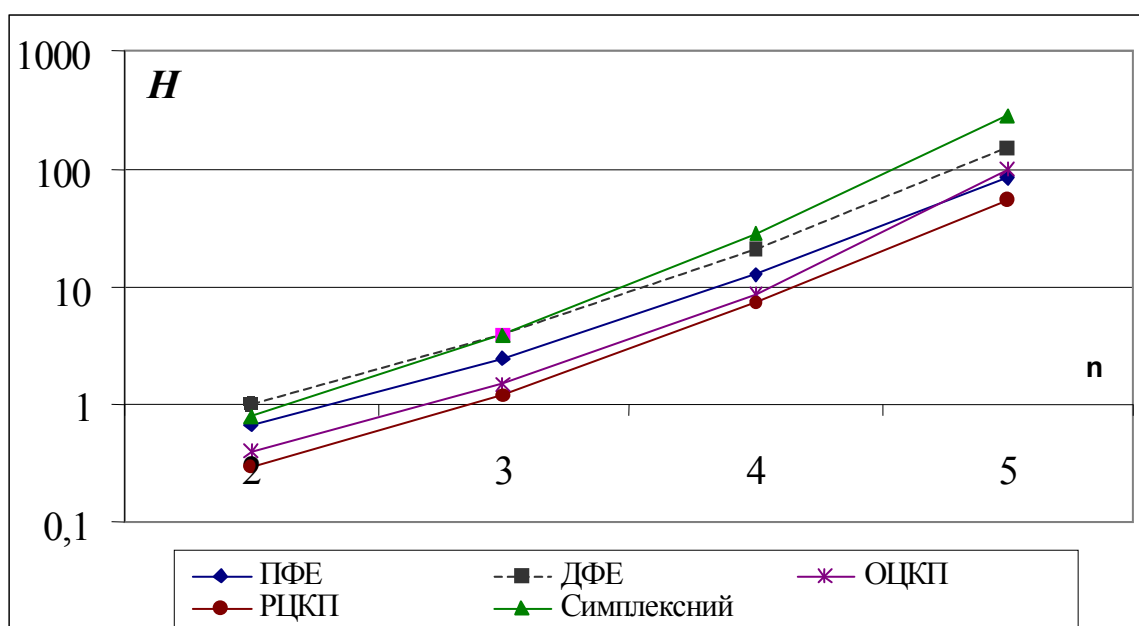


Рис. 1. Залежність показника відносної економії від кількості спільно досліджуваних параметрів за умови, що інтервал варіювання кожного фактору дорівнює величині помилки досліду

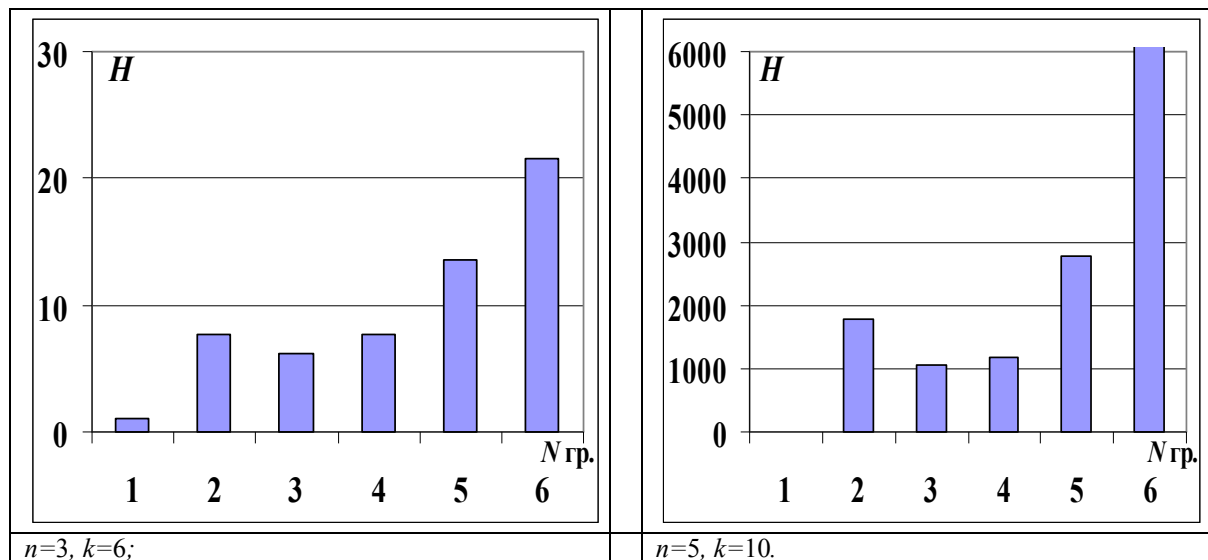


Рис. 2. Залежності показника відносної економії для методів оптимізації багатofакторних досліджень:

1 - Гаусса-Зейделя; 2, 3, 4, 5 - метод Бокса-Уілсона (при використанні РЦКП (2), ОЦКП (3), ПФЕ (4), ДФЕ (5)); 6 – симплексний.

Продовжені дослід, які спрямовані на верифікацію зроблених висновків щодо кількості необхідних експериментів.

Висновки:

1. При аналізі існуючих методів оптимізації багатofакторних досліджень встановлено, що показник відносної економії витрат на проведення дослідів змінюється на 8 порядків від $0,2 \times 10^{-4}$ до 6×10^3 при варіюванні кількості факторів $n=3 \div 5$ та рівнів варіювання цих факторів $k=6 \div 10$, тому він є відчутним для оцінки економічності цих методів.

2. При проведенні біотехнологічних досліджень для вивчення системи з п'яти спільно змінюваних факторів існує можливість скоротити витрати приблизно в 100 разів за умови, що інтервал варіювання кожного фактору дорівнює величині помилки дослідів.

Бібліографічний список

1. Адлер Ю.П., Маркова Е.В., Грановский Е.В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. - Москва: Наука, 1976.- 279 с.
- 2.Блохин А.В. Теория эксперимента [Электронный курс]: Курс лекций в двух частях: Ч. 1. - Электрон. текст. дан. (1,1Мб). – Мн.: Научно-методический центр «Электронная книга БГУ», 2003.
- 3.Блохин А.В. Теория эксперимента [Электронный курс]: Курс лекций в двух частях: Ч. 2. - Электрон. текст. дан. (1,0Мб). – Минск.: Научно-методический центр «Электронная книга БГУ», 2003.
4. Горбунов Л.В., Буцацкий Л.П. Крיוконсервация половых клеток и эмбрионов животных.- К.: Издательско-полиграфический центр «Киевский университет», 2005. – 325 с.

5. Спиридонов А.А., Васильев Н.Г. Планирование эксперимента при исследовании и оптимизации технологических процессов /Учебное пособие. - Свердловск: УПИ им. С.М. Кирова, 1975. - 140 с.

ОПТИМИЗАЦИЯ МНОГОФАКТОРНЫХ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

М.Г. Самынина, Л.В. Горбунов, Институт животноводства УААН

Проведен анализ способов оптимизации исследований, а именно: Гаусса-Зейделя, Бокса-Уилсона и симплексного. Для оценки экономичности методов многофакторной оптимизации авторами предложен показатель относительной экономии затрат на проведение исследований. Показано, что для изучения системы из пяти совместно варьируемых факторов существует возможность сократить расходы приблизительно в 100 раз при условии, что величина шага варьирования каждого фактора равна величине ошибки опыта.

OPTIMIZATION OF BIOTECHNOLOGICAL MULTIFACTOR RESEARCH

M.G. Samynina, L.V. Gorbunov, Institute of animal science UAAS

An analysis of optimization methods was carried out, such as: Gauss-Zeidelle, Bocks-Wilson and simplex. For economy evaluation of multifactor optimization methods an index of relative expenses economy of realization investigations proposed by authors. Determined, that for system of five in common varying factors analysis, expenses can be reduced on realization biotechnological investigation approximately to 100 times, above condition that intervals quantity of varying each factor alike value experience error.

УДК 636.2.082:575

ОЦІНКА ЗМІН ГЕНЕТИЧНОЇ СТРУКТУРИ ПОПУЛЯЦІЇ ВЕЛИКОЇ РОГАТОЇ ХУДОБИ ЗА ЕРИТРОЦИТАРНИМИ АНТИГЕНАМИ З УРАХУВАННЯМ ВІКОВОГО АСПЕКТУ

І.М. Сєдова

Інститут тваринництва УААН

Наведено результати вивчення генетичної структури популяції великої рогатої худоби за розподілом еритроцитарних антигенів. Визначені розбіжності за групами крові між групами тварин різного віку. Обговорюється можливість формування в популяції кореляцій між спектром еритроцитарних антигенів та строком продуктивного використання тварин.

імуногенетика, велика рогата худоба, популяція, еритроцитарні антигени, селекція

Дослідження з популяційної генетики дають змогу прогнозувати ефект селекції і планувати селекційну роботу в окремих стадах і великих масивах худоби. Для аналізу генетичної структури популяцій та руху спадкової інформації використовують різні типи генетичних маркерів, у тому числі еритроцитарні антигени. Інформацію про генетичну структуру за поліморфними ознаками, до яких належать і групи крові, використовують для оцінки ступеня генетичної спорідненості чи