

## Результаты исследований дозатора семян установки для производства семенных лент

**М.М. Константинов**, д.т.н., профессор, **В.А. Любич**, к.т.н.,  
**М.Р. Курамшин**, ст. преподаватель, Оренбургский ГАУ

Посев семян с использованием растворимого носителя (семенной ленты) представляет собой перспективный вариант повышения урожайности овощных культур. Особое значение при этом имеет дозатор семян — высевающий аппарат с гнездобразующим устройством [1–3].

По матрице исследования был проведён корреляционный анализ, который даёт определение качественных парных связей или качественных обусловленностей только между двумя параметрами. Если модуль коэффициента парной корреляции  $R$  больше 0,75, то линейная связь между параметрами сильная. Если модуль  $R$  больше 0,5, но меньше 0,75, то линейная связь считается средней. Если модуль  $R$  менее 0,5, то линейная связь слабая. Это значит, что при  $|R| > 0,75$  можно использовать линейные регрессионные модели для определения одного параметра по другому, в этом случае говорят, что модель адекватно отражает природную связь между этими показателями. При значении  $|R| \in [0,5–0,75]$  можно использовать линейные регрессионные модели, но их адекватность будет хуже, чем при  $|R| > 0,75$ . При значении  $|R| < 0,5$

нельзя использовать линейные регрессионные модели, т.к. они будут неадекватны.

На основе анализа априорной информации и теоретических исследований были определены факторы, влияющие на производительность установки для производства семенных лент:

$X_1$  — полевая всхожесть семян, %;  $X_2$  — количество семян в гнезде, шт.;  $X_3$  — расстояние между гнездами, м;  $X_4$  — скорость движения ленты, м/с;  $X_5$  — частота вращения барабана, об/мин;  $X_6$  — атмосферное давление, кПа;  $X_7$  — разрежение в барабане, кПа;  $X_8$  — количество отверстий на дорожке барабана, шт.;  $Y$  — производительность установки для производства семенных лент.

В нашем случае можно использовать линейные регрессионные модели только в зависимости «производительность установки для производства семенных лент ( $Y$ ) — расстояние между гнездами ( $X_3$ )», значение коэффициента парной корреляции  $|R| = 0,649$ . Слабая зависимость наблюдается для параметров ( $X_1$ ) — полевая всхожесть,  $|R| = 0,323$  и ( $X_8$ ) — количество отверстий на барабане,  $|R| = 0,061$ .

Групповые связи между параметрами определяли с помощью факторного анализа. Для определения матрицы факторных нагрузок использовали метод главных компонентов (метод Томпсона), а для

лучшей интерпретации факторов – варимаксное вращение факторных нагрузок.

Согласно результатам факторного анализа производительность установки для производства семенных лент ( $Y$ ) объединена с показателями факторов  $X_1$  (полевая всхожесть),  $X_3$  (расстояние между гнездами) и  $X_8$  (количество отверстий на барабане).

В этом случае мы имеем только качественные обусловленности связей, но, в отличие от корреляционного анализа, эти связи могут быть линейными и нелинейными.

Как было сказано выше, корреляционный и факторный анализы показывают наличие только качественных обусловленностей между параметрами исследования. Для определения количественных обусловленностей методом Брандона была построена регрессионная модель (1).

Для построения регрессионной модели в качестве зависимого параметра выбрана производительность установки для изготовления семенных лент ( $Y$ ), а в качестве параметров аргументов рассматривали факторы  $X_1, \dots, X_8$ . В раскодированном виде зависимость можно представить в следующем виде:

$$Y = 6,3995 - 0,0017 \cdot X_1 - 0,1380 \cdot X_2 - 0,0011 \cdot X_2^2 - 0,0471 \cdot X_4 + 0,0021 \cdot X_4^2. \quad (1)$$

По построенной регрессионной модели (1) были определены вклады параметров аргументов в зависимый параметр  $Y$  (производительность установки для производства семенных лент) (табл. 1). Этот вклад, очевидно, и есть количественная обусловленность для соответствующего параметра.

#### 1. Вклады параметров аргументов в модель

| Параметр аргумента                                    | Вклад в модель |
|-------------------------------------------------------|----------------|
| $X_1$ – полевая всхожесть семян, %                    | 0,0276         |
| $X_2$ – количество семян в гнезде, шт.                | 0,0000         |
| $X_3$ – расстояние между гнездами, м                  | 0,8887         |
| $X_4$ – скорость движения ленты, м/с                  | 0,0000         |
| $X_5$ – частота вращения барабана, об/мин             | 0,0000         |
| $X_6$ – атмосферное давление, кПа                     | 0,0000         |
| $X_7$ – разрежение в барабане, кПа                    | 0,0000         |
| $X_8$ – количество отверстий на дорожке барабана, шт. | 0,0838         |

Согласно вкладам в регрессионную модель можно оставить только параметры аргументов ( $X_1, X_3, X_8$ ), а остальные исключить. Это, конечно, ухудшит точностные характеристики модели, но значительно упростит практическое использование. Адекватность построенной модели определяется характеристиками модели (табл. 2). Коэффициент детерминации равен 0,81, а средняя ошибка – 9,68%, следовательно, полученная регрессионная модель достаточно точна.

По результатам регрессионного, факторного, корреляционного анализов нами определены основные технические параметры и параметры

#### 2. Характеристики модели

| Показатель                | Значение |
|---------------------------|----------|
| Коэффициент детерминации  | 0,81     |
| Средняя абсолютная ошибка | 0,33     |
| Средняя ошибка, %         | 9,68     |

работы дозатора семян, влияющие на производительность установки для производства семенных лент, и проведён полнофакторный эксперимент.

После обработки экспериментальных данных, которую проводили с использованием электронных таблиц Microsoft Excel 2003 из пакета Microsoft OfficeXP 2003 и программы Statistica Soft v7.0, по определению влияния рабочих параметров дозатора семян на производительность установки для производства семенных лент получили следующее уравнение регрессии:

$$Y = 45,1433 - 0,118 \cdot X_1 + 7,3 \cdot 10^{-5} \cdot X_3 - 1,3 \cdot 10^{-3} \cdot X_5 - 7,9 \cdot 10^{-2} \cdot X_8. \quad (2)$$

Модель проверяли на адекватность с помощью  $F$ -критерия. Расчётное значение критерия Фишера ( $F_{\text{расч}} = 1,92$ ) меньше табличного ( $F_{\text{табл}} = 2,5$ ) при 7-процентном уровне значимости, что свидетельствует об адекватности полученной модели.

Проанализируем влияние факторов ( $X_1, X_3, X_5, X_8$ ) на производительность установки для производства семенных лент. Для этого построим поверхности отклика (рис. 1–6), которые характеризуют производительность установки для производства семенных лент в зависимости от полевой всхожести, расстояния между гнездами, частоты вращения барабана и количества отверстий на барабане.

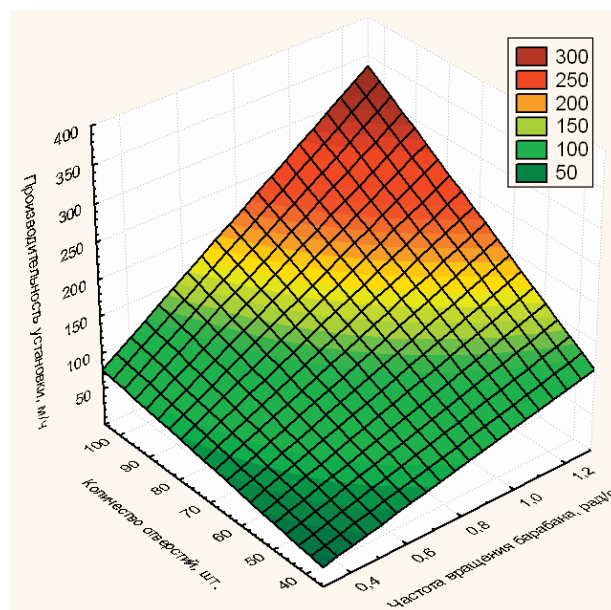


Рис. 1 – Поверхность отклика, характеризующая производительность в зависимости от частоты вращения барабана и количества отверстий на барабане

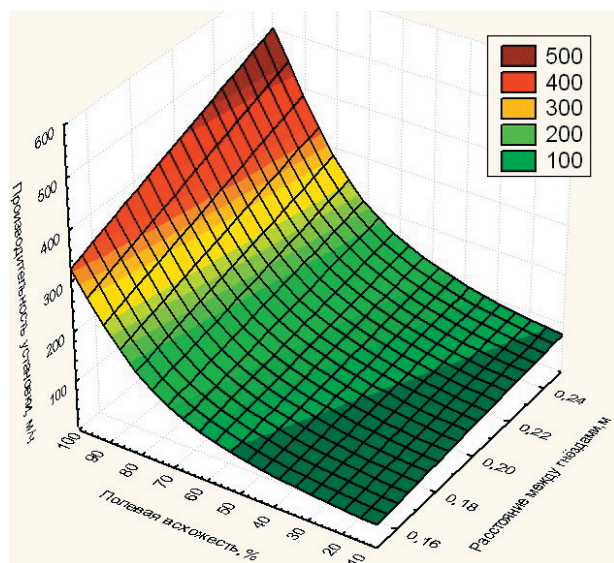


Рис. 2 – Поверхность отклика, характеризующая производительность в зависимости от полевой всхожести и расстояния между гнёздами

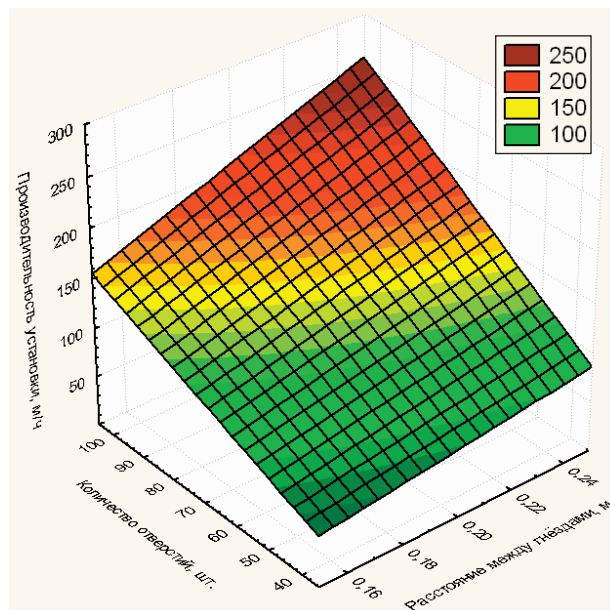


Рис. 3 – Поверхность отклика, характеризующая производительность в зависимости от расстояния между гнёздами семян и количества отверстий на барабане

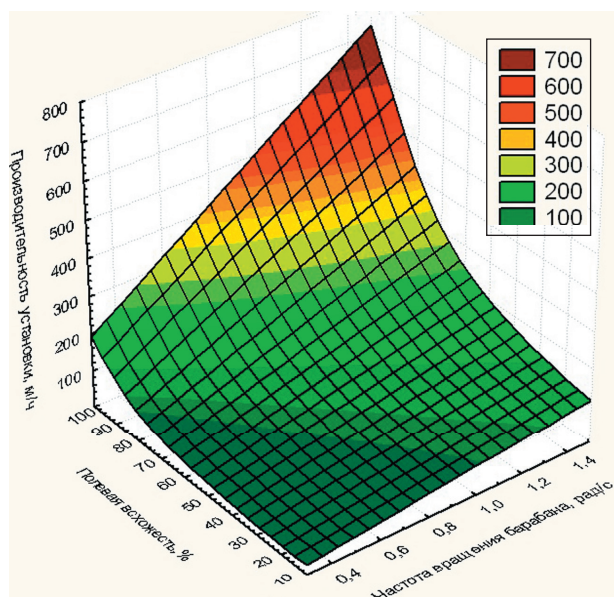


Рис. 4 – Поверхность отклика, характеризующая производительность в зависимости от полевой всхожести и частоты вращения барабана

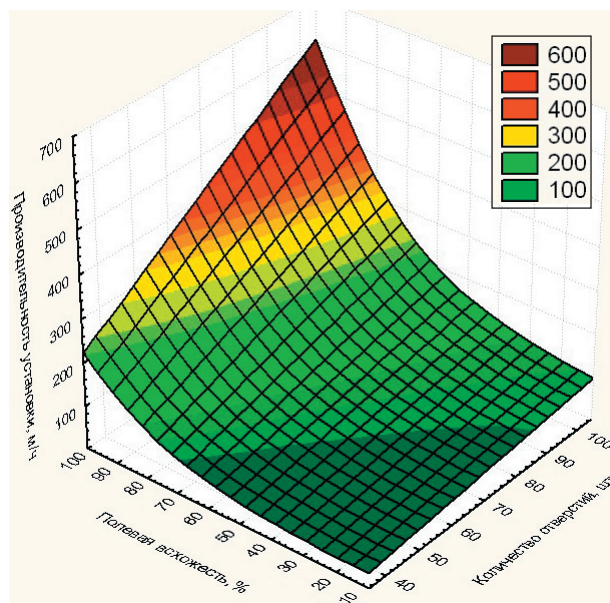


Рис. 5 – Поверхность отклика, характеризующая производительность в зависимости от полевой всхожести и количества отверстий на барабане

Исходя из результатов анализа поверхности отклика (рис. 1) оптимальное значение частоты вращения барабана  $X_5$  находится в пределах 1,0–1,4 рад/с, что будет значительно влиять на работу установки для производства семенных лент. Следовательно, увеличение частоты вращения барабана приведёт к увеличению производительности установки, что, с одной стороны, повлияет на качество раскладки семян на ленте, а с другой — возрастёт вероятность пропусков семян в гнезде. Уменьшение или увеличение количества отверстий  $X_8$  определяется высеваемой культурой и вызывает уменьшение или увеличение производительности установки.

Расстояние между гнёздами семян ( $X_3$ ) не оказывает существенного влияния на производительность установки для производства семенных лент: при его увеличении от 0,15 до 0,25 м. Предельная величина полевой всхожести  $X_1$ , которая значительно воздействует на производительность, будет составлять 80–100%.

Количество отверстий  $X_8$  определяется высеваемой культурой и вызывает соответственно уменьшение или увеличение производительности. Анализируя полученные данные (рис. 5), можно



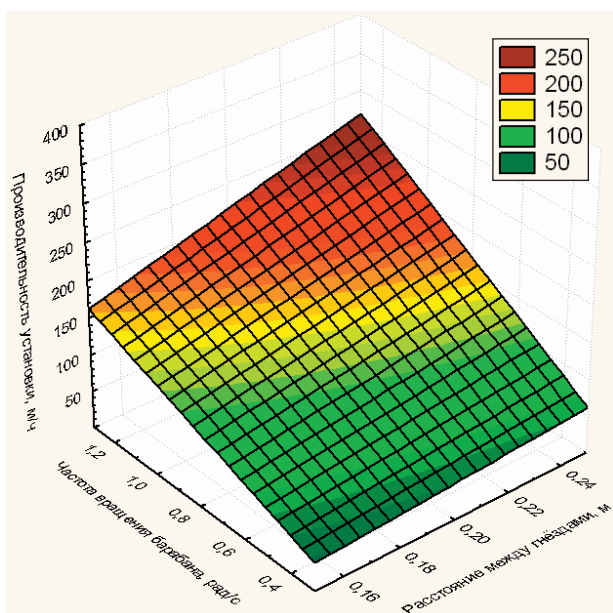


Рис. 6 – Поверхность отклика, характеризующая производительность в зависимости от расстояния между гнездами семян и частоты вращения барабана

заключить, что количество отверстий на барабане будет определяться в пределах от 35 до 105 шт.

Таким образом, полученные данные позволяют сделать заключение о том, что значение частоты вращения барабана ( $X_5$ ) должно находиться в

пределах от 1,0 до 1,4 рад/с, т.к. при снижении частоты вращения существенно уменьшается производительность установки, а при увеличении частоты вращения возрастёт вероятность пропусков семян в гнезде. Расстояние между гнездами семян ( $X_3$ ) не оказывает существенного влияния на производительность установки для производства семенных лент: при его увеличении от 0,15 до 0,25 м предельная величина полевой всхожести ( $X_1$ ), которая оказывает на производительность существенное влияние, будет составлять 80–100%; количество отверстий ( $X_8$ ) определяется высеваемой культурой и вызывает соответственно уменьшение или увеличение производительности, количество отверстий на барабане будет определяться в пределах от 35 до 105 шт.

### Литература

1. Константинов М.М., Любич В.А., Курамшин М.Р. Конструкция дозатора семян с гнездообразующим устройством // Тезисы докладов региональной науч.-практич. конф. молодых учёных и специалистов (ч. 3). Оренбург: Издательский центр ОГАУ, 2004. С. 34–36.
2. Константинов М.М., Любич В.А., Курамшин М.Р. и др. Определение конструктивных и режимных параметров дозатора семян с гнездообразующим устройством // Совершенствование инженерно-технического обеспечения технологических процессов в АПК: сб. докладов междунар. науч.-технич. конф. Оренбург: Издательство «Вестник Оренбургэнерго», 2005. С. 36–39.
3. Патент №2283568 RU МПК А 01 С 7/04. Пневматический высевочный аппарат с гнездообразующим устройством. М.М. Константинов, В.А. Любич, А.Н. Фёдоров, М.Р. Курамшин. Оренбургский государственный аграрный университет. Заяв. 27.12.2004. Оpubл. 20.09.2006. Бюл. № 26.