

Оценка качества семян с помощью комплексного показателя

Г.Н. Поляков, к.т.н., **С.Н. Шуханов**, д.т.н., профессор, ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ

В настоящее время перед производителями зерна стоит задача – получить семена высокого качества. К способам решения этой задачи относятся [1]:

- тщательная регулировка молотильного аппарата зерноуборочного комбайна;
- применение аксиально-роторных молотильных аппаратов;
- выделение свободного зерна из измельчённой хлебной массы, полученной полевой машиной МПУ-150.

Нами проведён анализ семян пшеницы, полученных различными машинами (табл. 1), из которого видно, что качественные показатели зерна резко отличаются друг от друга. Так, дробление зерна от комбайнов Дон-1500 и СК-5 «Нива» составляет 2,9 и 4,0% соответственно, комбайна СК-6 «Колос» – 8,4%. Машины стационарного комплекса – молотилка и сепаратор измельчительного вороха – допускают дробление зерна 6,1 и 4,4% соответственно. Показатели лабораторной всхожести и энергии прорастания зерна от сепаратора выгодно отличаются от семян, полученных зерноуборочными комбайнами.

В то же время однозначный вывод о том, какое зерно является более продуктивным, сделать невозможно. Для оценки семян нами предлагается методика определения комплексного показателя с использованием функции желательности [2].

Одним из вариантов получения достоверного прогноза качества семян, полученных различными машинами, является метод сведения всей информации к единому обобщающему показателю, значение которого лежит в интервале 0–1 (рис. 1), который сразу показывает эффективность принимаемого решения в долях единицы. Такой подход даёт количественную оценку любому варианту принимаемого решения и, таким образом, значительно облегчает выбор наиболее эффективного из них.

Эффективность любого решения оценивается показателем желательности d , величина которого может изменяться от 0,1 до 1,0. Рядом авторов разработана шкала значений показателя желательности d [3–5]. Её характеристика представлена в таблице 2.

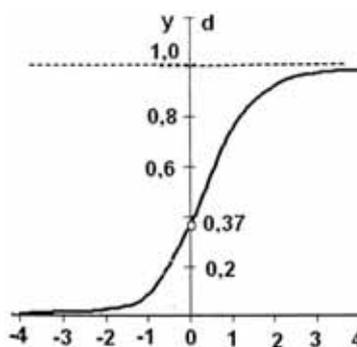


Рис. 1 – График функции желательности

2. Значения показателей желательности d

Уровень	Характеристика уровня
1,00	максимально возможный уровень качества. Он часто неизвестен, иногда точно определён. Добиться его практически невозможно, или очень сложно
1,00–0,80	превосходный уровень
0,80–0,60	хороший уровень
0,60–0,37	достаточный уровень
0,37–0,20	обычно получаемый уровень качества
0,20–0,00	недопустимо низкий уровень
0,00	нежелательный уровень

Чтобы численное значение x любого фактора, влияющего на оценку, перевести в показатель желательности d , используется функция (1), график которой представлен на рисунке 1:

$$y = d = e^{-e^{-x}}, \quad (1)$$

где x – значение фактора.

На оси ОУ строится шкала значений показателя желательности d . На оси ОХ – шкала значений фактора x в условном масштабе. За начало отсчёта выбрано значение $x = 0$, соответствующее желательности $d = y = 0,37$. Такой выбор связан с тем, что эта точка является точкой перегиба кривой. Это создаёт в ряде случаев определённые удобства при вычислениях. Зависимость (1) удобна ещё и тем, что в областях желательности, близких к 0 и 1, функция (1) изменяется медленнее, чем в средней зоне (рис. 1).

Опыт показал, что процесс перевода вычислений показателя желательности упрощается, если функцию (1) представить в виде (2), графически показанном на рисунке 2.

1. Качественные показатели семян, полученные от различных машин

Уборочная машина	Дробление зерна, %	Лабораторная всхожесть, %	Энергия прорастания, %
Дон-1500	2,9	88,2	69,7
СК-5 «Нива»	4,0	86,7	78,3
СК-6 «Колос»	8,4	82,2	75,0
Стационарная молотилка	6,1	89,5	70,5
Сепаратор	4,4	92,5	90,1

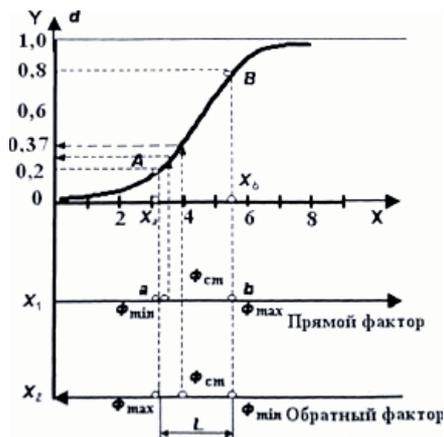


Рис. 2 – Нормализованный график функции желательности

$$y = d = e^{-e^{-(x-4)}} \quad (2)$$

Идея использования функции желательности в качестве инструмента для оценки качества зерна заключается в том, что значения многих факторов x_i , разной размерности переводятся в соответствующие безразмерные показатели желательности d . Для оценки влияния совокупности всех учитываемых факторов вводится обобщённая функция желательности, которая равна среднему геометрическому значению желательностей отдельных факторов:

$$D = \sqrt[q]{d_1 \cdot d_2 \cdot \dots \cdot d_q}, \quad (3)$$

где q – число изучаемых факторов ($q=3$).

Рассмотрим пример. Пусть требуется выявить влияние различных факторов на качество семян от комбайнов и стационарных машин. Количество факторов, влияющих на общую эффективность этих комбайнов и машин, может быть сколько угодно, но все они делятся на две группы.

Первая группа – увеличение численного значения фактора улучшает результат, например, лабораторная всхожесть семян:

$$\begin{aligned} X_{i \min} &= 82,9\% \text{ – худший результат;} \\ X_{i \max} &= 92,5\% \text{ – лучший результат.} \end{aligned} \quad (4)$$

Указанную зависимость результата от численного значения фактора назовём прямой, а сам фактор – прямым фактором (П).

Вторая группа – увеличение численного значения фактора ухудшает результат, например, дробление зерна:

$$\begin{aligned} X_{i \min} &= 2,9\% \text{ – худший результат;} \\ X_{i \max} &= 8,4\% \text{ – лучший результат.} \end{aligned} \quad (5)$$

Вторую зависимость результата от численного значения фактора назовём обратной, а фактор – обратным (О). Поскольку численные значения факторов могут изменяться в противоположных направлениях, то методика влияния их на эффективность конечного результата должна учитывать эту особенность.

Сравним качество семян по нескольким факторам: лабораторная всхожесть и дробление зерна. Для того чтобы проводимое сравнение было объективным, наименования факторов по обеим технологиям и границы их изменения берутся одинаковые. Например, лабораторная всхожесть при обеих технологиях берётся в границах 82,9–92,5%. Нижняя граница принадлежит комбайновой технологии, а верхняя – стационарным машинам, так как лучшая лабораторная всхожесть была достигнута при использовании стационарных машин. Тогда последовательность методических действий будет выглядеть следующим образом. Строим график функции желательности (рис. 2) по расчётным значениям, определённым с помощью уравнения (2). Поскольку максимального уровня достигнуть очень сложно, то принимаем следующие границы изменения значений показателя желательности по этим факторам:

$$\begin{aligned} d_{\max} &= 0,80; \\ d_{\min} &= 0,20. \end{aligned} \quad (6)$$

Затем находим координаты точек на кривой желательности, соответствующие этим значениям (рис. 2).

Координаты точки А:

$$\begin{aligned} y_A &= d_{\min} = 0,20 \\ x_A &= 4 + (-\ln(-\ln 0,20)) = 4 + (-0,47) = 3,53. \end{aligned} \quad (7)$$

Координаты точки В:

$$\begin{aligned} y_B &= d_{\max} = 0,80; \\ x_B &= 4 + (-\ln(-\ln 0,80)) = 4 + 1,50 = 5,50. \end{aligned} \quad (8)$$

Для согласования значений факторов x_i на шкалах факторов x_1 и x_2 с масштабом шкалы ОХ применим соответствующий масштабный коэффициент:

$$M_{xl} = \frac{X_{l \max} - X_{l \min}}{x_B - x_A}. \quad (9)$$

Коэффициент M_{xl} вычисляется для каждого фактора отдельно. Так, для лабораторной всхожести он равен 4,87, а для дробления зерна – 2,79.

Процесс согласования статистических значений прямого фактора $X_{l \phi}$ с масштабом шкалы ОХ осуществляется по формуле:

$$x_i^{\Pi} = x_A + \frac{X_{l \phi} - X_{l \min}}{M_{xl}}, \quad (10)$$

а для обратного фактора $X_{l \phi}$ – по формуле:

$$x_i^{\text{O}} = x_B - \frac{X_{l \phi} - X_{l \min}}{M_{xl}}. \quad (11)$$

Полученные значения x_i^{Π} и x_i^{O} подставляем в уравнение (2) вместо x и находим частные показатели желательности. Для прямого фактора он равен $d_1 = 0,61$, а для обратного – $d_2 = 0,48$. Далее по формуле (3) находим обобщённый (комплексный) показатель желательности:

3. Определение комплексного показателя качества семян (D), полученных от различных уборочных машин

Показатель	Пределы изменения показателя	Вид ограничения	Уборочная машина									
			Дон-1500		СК-5 «Нива»		СК-6 «Колос»		стационарная молотилка		сепаратор	
			X_{ϕ}	d_i	X_{ϕ}	d_i	X_{ϕ}	d_i	X_{ϕ}	d_i	X_{ϕ}	d_i
Дробление зерна, %	1,0–8,4	О	2,9	0,69	4,0	0,61	8,4	0,20	6,1	0,42	4,4	0,57
Лабораторная всхожесть, %	82,9–92,5	П	88,2	0,58	86,7	0,48	82,9	0,20	89,5	0,66	92,5	0,8
Энергия прорастания, %	69,7–90,1	П	69,7	0,20	78,3	0,50	75,0	0,38	70,5	0,23	90,1	0,80
Комплексный показатель качества (D)	–	–	–	0,43	–	0,53	–	0,25	–	0,40	–	0,71

$$D = \sqrt{d_1 \cdot d_2}. \quad (12)$$

Аналогичным образом определяются комплексные показатели желательности для каждой уборочной машины. Например, данные для трёх факторов представлены в таблице 3.

По таблице видно, что комплексный показатель качества семян, выделенных сепаратором из потока измельчённого вороха составил $D = 0,71$ и значительно превышает подобные показатели семян, полученных от других уборочных машин.

Литература

1. Поляков Г.Н., Болоев П.А., Шуханов С.Н. Оптимизация режимов обмолота хлебной массы // Тракторы и сельхозмашины. 2014. № 11. С. 40–42.
2. Бурса И.А. Методика определения интегрального показателя эффективности переработки молока с использованием функции желательности Харрингтона // Труды КубГАУ. 2012. № 2 (35). С. 68–73.
3. Поляков Г.Н. Альтернативная ресурсосберегающая технология уборки зерновых культур и её техническое обеспечение // Технология и средства механизации в АПК: сб. науч. трудов. Вып. 7. Улан-Удэ, 2011. С. 58–62.
4. Адлер Ю.П., Маркова В.В., Грановский Ю.В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. М.: Наука, 1976. 343 с.
5. Новик Ф.С., Арсов Я.Б. Оптимизация процессов технологии металлов методами планирования экспериментов. М.: Машиностроение, София: Техника, 1980. 420 с.