

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ПРОИЗВОДСТВА ХЛЕБА

Игнатъев В.М., к.т.н., доц.; Семенченко М.Ю.

(Южно-Российский государственный технический университет, г. Новочеркасск, Россия)

Использование методов повышения качества производства хлеба рассмотрим на примере ЗАО «Хлеб» г. Новочеркаска. Номенклатура составляет более 80-ти наименований. Объектами применения методов повышения качества являются продукция, процессы и система управления, функционирующая на предприятии. На качество производства влияет множество факторов, их перечень и последовательность влияния, согласно технологии производства, приведены в причинно-следственной диаграмме на рис. 1. Среди основных групп факторов расположены группы, составляющие технологический процесс производства хлеба: приём и хранения сырья, подготовка сырья, приготовление теста, разделка теста, выпечка, хранение продукции и отправка её в торговую сеть [1].

Среди основных дефектов формового хлеба наблюдаются: деформация формы (63,6 %), пригорание (27,3 %) и непропечённость (9,1 %). В 2007-2008 гг. были установлены две линии по выработке хлеба формового и батона. В настоящее время выработка хлеба составляет 25 т в сутки, а батона – 12 т. Разделка теста давала наибольшее количества бракованной продукцию. Браки были значительно снижены при установке разделочных линий. Дефекты: пригорание и непропечённость – возникают на этапе выпечки изделий. Это четвёртый этап технологического процесса производств формового белого хлеба, где возникает наибольшее количество брака.

Временной ряд температур хлебопекарной печи дал график автокорреляции процесса, приведённый на рис. 2, который имеет явно возрастающее значение. Значение автокорреляции равно $\rho = 0,526$. Точки расположенные внизу справа являются выбросами. Остальные точки составляют направленное облако с положительной линейной зависимостью.

Для определения устойчивости температурного режима оценим его методом Дарбина-Уотсона. Рассчитываются остатки ряда данных. Остатки температурного процесса рассматриваются как данные с равномерным законом распределения с нулевым постоянным математическим ожиданием и постоянным среднеквадратичным отклонением. Условием гомоскедастичности для процесса является постоянство вариации для всех точек выборки. Если вариация остатков различна и превышает заданное значение, то процесс обладает условием гетероскедастичности и процесс является неустойчивым.

Метод использует автокорреляцию ρ . Статистика Дарбина-Уотсона, равная

$$d = \frac{\sum_{i=2}^n (e_i - e_{i-1})^2}{\sum_{i=1}^n e_i^2} \quad (1)$$

сравнивается с табличными значениями d_L и d_U [2].

При $\rho > 0$ существует три варианта выбора.

1. Если $d < d_L$, то статистика d значима и остатки гетероскедастичны.
2. Если $d > d_U$, то статистика d незначима и остатки гомоскедастичны.
3. Если $d_L \leq d \leq d_U$, то определённый вывод сделать нельзя.

Данные проверки на гетероскедастичность с помощью метода Дарбина-Уотсона приведены ниже. Табличные значения для уровня значимости в 1 % и числа элементов ряда $n = 99$ равно $d_L = 1,52$ и $d_U = 1,56$ [2]. Значение статистики Дарбина-Уотсона, рассчитанное по формуле (1), равно $d = 25838 / 28197,56 = 0,91632$. Используем пункт 1 при проверке, где $d < d_U$ ($0,91632 < 1,52$).



Рисунок 1 – Причинно-следственная диаграмма влияния факторов на качество хлеба

Значения остатков температуры равны $e_i = x_i - \bar{x}$, $i = \overline{1, n-1}$,

где \bar{x} – среднее значение температуры.

Проверка на гетероскедастичность даёт положительный результат ($0,91632 < 1,52$). Поэтому температурный процесс выпекания не находится в пределах 1 % значимости и наблюдается тенденция к возрастанию температуры процесса. Временной ряд температур не соответствует равномерному закону распределения. Поэтому температурному режиму при выпечке хлеба необходимо обратить внимание на процесс выпечки или устанавливать новую печь.

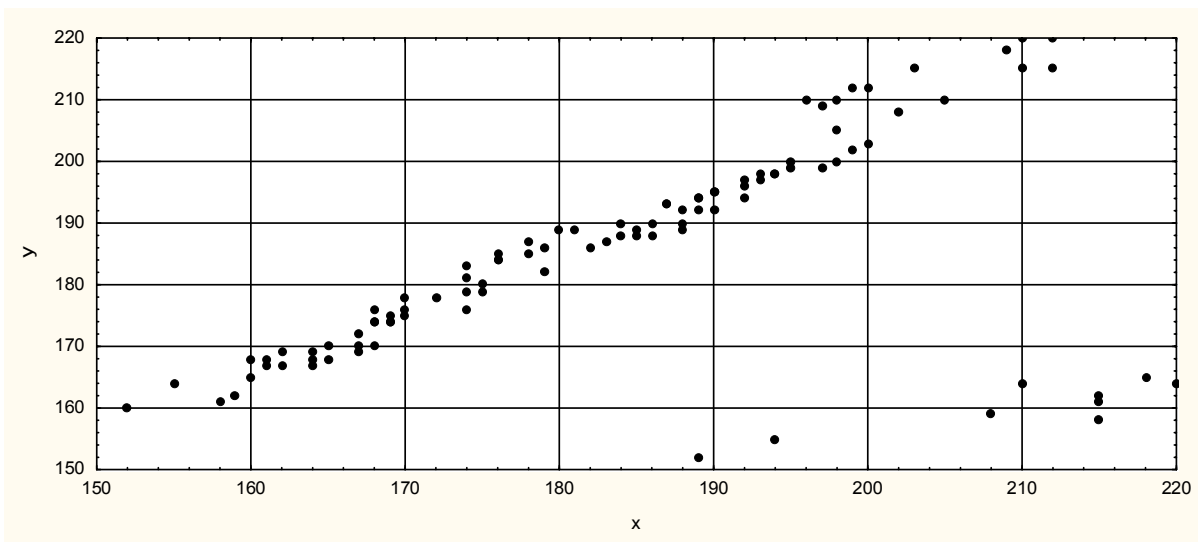


Рисунок 2 – Автокорреляционный график значений температуры

Качество формового белого хлеба определяется по мякишу ГОСТом [3].

Был проведён анализа записей лаборатории ЗАО «Хлеб» для определения качества хлеба, где фиксировались три параметра мякиш хлеба: пористость (Z), кислотность и влажность мякиша. В результате обработки результатов определили однородность выборок. Это дало возможность построить линейно-регрессионное уравнения следующего вида $Z = 86,9517 + 5,84K - 0,0097V$, (2)

где K – кислотность; V – влажность; коэффициент корреляции $R = 0,6124$.

Коэффициент корреляции значим на 5 % уровне по критерию Стьюдента.

По уравнению (2) построена плоскость рассеивания, представленная на рис. 3. Уравнение (2) позволяет уменьшить число замеров для определения качества готового хлеба в лаборатории завода.

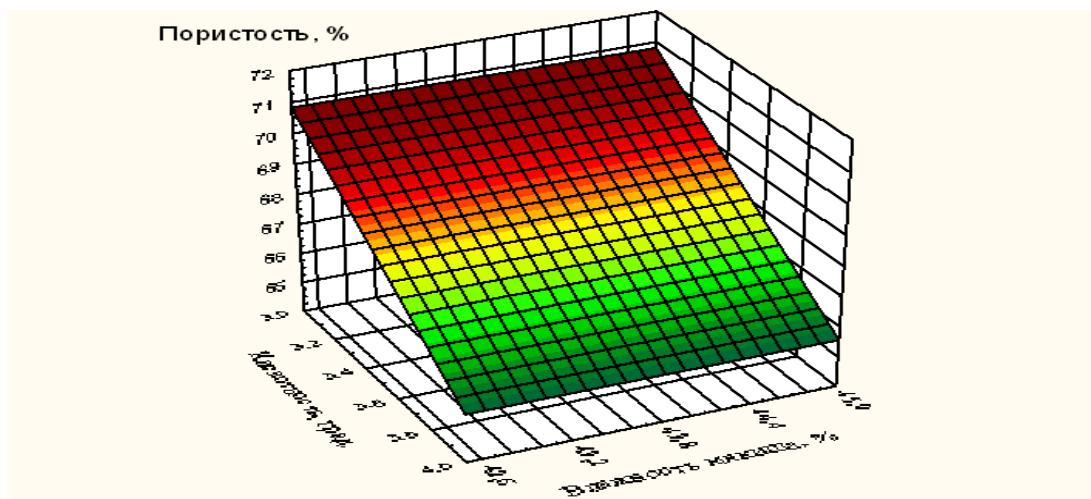


Рисунок 3– Плоскость рассеивания

Перечень ссылок

1. Ауэрман Л.Я. Технология хлебопекарного производства. – СПб.: Профессия, 2003. – 416 с.
2. Дрейпер Н.Р., Смит Г. Прикладной регрессионный анализ. – М.: Вильямс, 2007. – 912 с.
3. ГОСТ 26987-86. Хлеб белый из пшеничной муки.