

АЛГОРИТМ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОПТИМАЛЬНЫХ СРОКОВ СЕВА ОЗИМЫХ КУЛЬТУР НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛРУСЬ

Ю. А. Бондаренко, В. И. Мельник

БГУ, Минск, Беларусь
E-mail: bondarenyura@gmail.com

В данной работе представлен алгоритм расчета оптимальных сроков сева озимых зерновых культур, основанный на расчете суммы температур. На основании многолетних наблюдений пунктов гидрометеорологической сети и литературных данных, установлены критерии сумм температур для оптимальных сроков сева озимых зерновых. Определены периоды для каждой сельскохозяйственной культуры и средняя температура воздуха за эти периоды, обеспечивающие наиболее сильную связь между началом и окончанием сроков сева озимых зерновых культур. Определены оптимальные сроки озимых зерновых культур на основании данных за 2000- 2020 гг. Получены уравнения определяющие даты начала и окончания сроков сева озимых сельскохозяйственных культур по пунктам наблюдений в зависимости от средней температуры за полученные периоды.

Ключевые слова: *изменение климата, суммы температур, даты прекращения вегетации, оптимальные сроки сева озимых зерновых культур.*

ВВЕДЕНИЕ

Постоянное изменение климата в мире и Беларуси, в частности, оказывает сильное влияние на сельское хозяйство и продовольственную безопасность. С изменением климата изменяется и количество тепла в осенний период, что требует изменения сроков сева озимых культур. Сроки сева выбираются с таким расчетом, чтобы растения до прекращения вегетации хорошо раскустились и приобрели закалку к низким температурам и устойчивость болезням и вредителям. При отклонении сроков сева от оптимальных на 15–20 дней урожайность озимых в зависимости от почвенно-климатических условий района снижается на 15–30 % или в пределах 1–1,2 % за одни сутки [1, 2].

РАСЧЕТ ОПТИМАЛЬНЫХ СРОКОВ СЕВА

Для расчета оптимальных сроков сева озимых зерновых культур, обеспечивающих 2–4 побега, ряд авторов использует суммы эффективных температур 200–300 °С (выше +5 °С) от посева до прекращения вегетации [3–6]. Для территории Беларуси используются оптимальные сроки начала и конца сева озимых зерновых культур установленные исходя из достижения сумм температур от начала сева до прекращения вегетации: озимая пшеница (580, 620 °С–350 °С), озимая рожь (520–290 °С), тритикале (550–320 °С). [7].

Основная сложность при вычислении суммы активных температур заключается в невозможности заблаговременно определить дату прекращения вегетации и неточности в долгосрочных прогнозах температуры воздуха. В качестве решения этой проблемы агрометеорологами Беларуси была установлена зависимость между оптимальной датой начала сева озимых культур и средней температурой воздуха за осенний период, которая выражается полиномом 2-й степени [3], аналогичная зависимость получена российскими учеными и хорошо описывается полиномом третьей степени [4].

Нами для расчета оптимальных сроков сева с помощью установленных критериев по суммам температур, необходимых для наступления кущения озимых культур осенью до даты прекращения вегетации, были рассчитаны ежегодные оптимальные сроки сева. Проведенный анализ материалов за 2000–2020 гг., при котором было рассмотрено более 1500 случаев, помог установить наиболее тесную связь между средней температурой воздуха за осенний период вегетации и оптимальным сроком начала сева озимых.

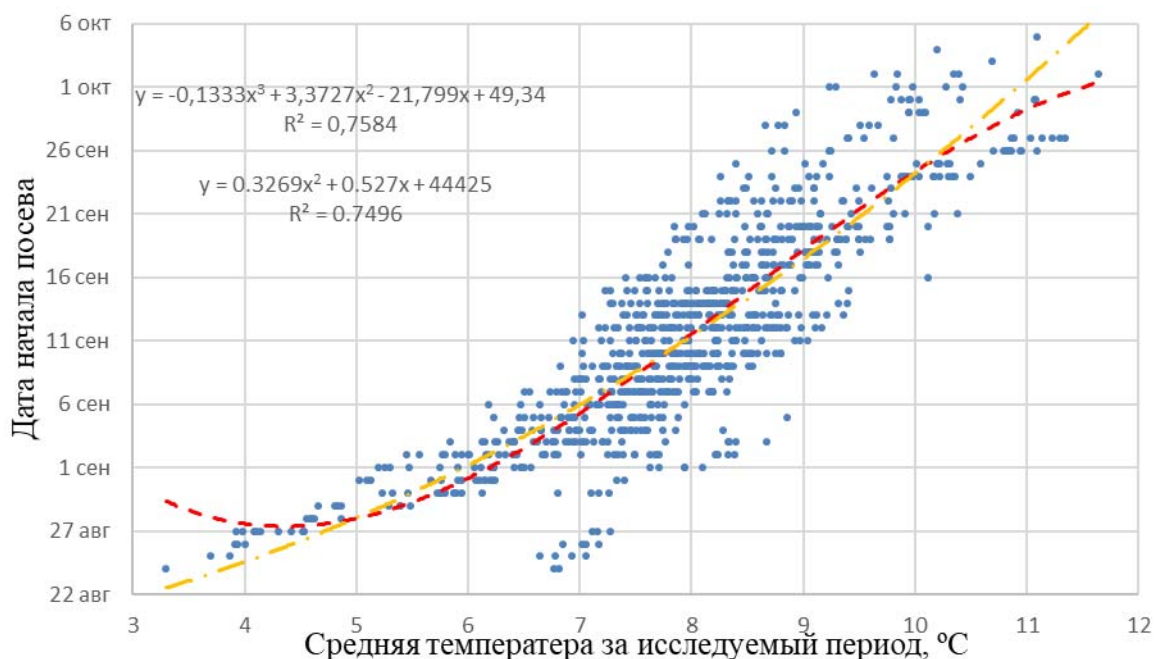


Рис. 1. Зависимость даты начала сева озимой пшеницы от средней температуры воздуха (°С) за период с 10 сентября по 15 ноября (по данным пунктов наблюдений) за 2000–2020 гг. Красная пунктирная линия- полином 3-й степени, желтая штрихпунктирная линия – полином 2-й степени

Как можно заметить из рисунка 1 полиномы 2-й и 3-й хорошо описывают зависимость, но полином третьей степени позволяет более точно описать поведение функции на границах исследуемой зависимости. Уравнение зависимости даты начала сева озимой пшеницы от средней

температуры воздуха (°C) за период с 10 сентября по 15 ноября имеет следующий вид:

$$D = -0,13T^3 + 3,37T^2 - 21,8T + 49,34, \quad (1)$$

где D – искомая дата начала оптимального срока сева озимой пшеницы (количество дней, прошедших с 20 августа), T – средняя температура воздуха за текущий период (с 10 сентября по 15 ноября) на ближайшей станции.

Аналогичные зависимости были установлены между средней температурой воздуха за период с 10 сентября по 15 ноября и оптимальным сроком начала сева озимого тритикале, а также между средней температурой воздуха за период с 15 сентября по 15 ноября и оптимальным сроком начала сева озимой ржи (уравнения 2, 3).

$$D = -0,14T^3 + 3,5T^2 - 22,28T + 51,27$$

$$D = -0,14T^3 + 3,5T^2 - 22,28T + 51,27, \quad (2)$$

$$D = -0,17T^3 + 3,87T^2 - 22,67T + 50,67$$

$$D = -0,17T^3 + 3,87T^2 - 22,67T + 50,67, \quad (3)$$

где D – искомая дата начала оптимального срока сева озимого тритикале (2), озимой ржи (3), считается по количеству дней, прошедших с 20 августа), T – средняя температура воздуха за текущий период (с 10 сентября по 15 ноября для озимого тритикале и с 15 сентября по 15 ноября для озимой ржи) на ближайшей станции.

Коэффициенты детерминации (уравнения 1–3) соответственно равны $R_{пш}^2 = 0,758$, $R_{тр}^2 = 0,731$, $R_{рж}^2 = 0,763$, что характеризует высокую зависимость дат начала сева от средних температур воздуха за указанные периоды.

Аналогичным способом были рассчитаны и оптимальные сроки окончания сева озимых культур. В качестве критериев были использованы следующие суммы температур: озимая пшеница – 350 °C, озимое тритикале – 320 °C, озимая рожь – 290 °C. Связь между средней температурой за период и оптимальными датами окончания сева озимых выражается уравнениями:

$$D = -0,21T^3 + 4,6T^2 - 26T + 58, \quad (4)$$

$$D = -0,19T^3 + 4,3T^2 - 24T + 55, \quad (5)$$

$$D = -0,22T^3 + 4,8T^2 - 26T + 60, \quad (6)$$

где D – искомая дата окончания срока сева озимой пшеницы (4); озимого тритикале (5); озимой ржи (6). Считается по количеству дней, прошедших с 20 августа), T – средняя температура воздуха за период с 20 сентября по 10 ноября.

Коэффициенты детерминации (уравнения 4–6) соответственно равны $R_{пш}^2 = 0,76$, $R_{тр}^2 = 0,745$, $R_{рж}^2 = 0,722$.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании литературных источников, данных пунктов наблюдений гидрометеорологической сети установлены критерии сумм положительных температур для озимых зерновых культур (пшеницы, тритикале, ржи: для озимой пшеницы – 465 °С (начало сева) и 350 °С для периода «посев–начало кущения» (конец сева), для озимого тритикале – 435–320 °С и озимой ржи 405–290 °С. Определены периоды для каждой культуры и средняя температура воздуха за эти периоды, обеспечивающие наиболее тесную связь между началом и окончанием сроков сева озимых зерновых культур. Получены уравнения связи для определения дат начала и окончания сева озимых культур по пунктам наблюдений в зависимости от средней температуры за периоды наиболее тесной зависимости, позволяющие определять оптимальные сроки начала и окончания сева озимых зерновых культур. Определены оптимальные сроки сева озимых зерновых культур по пунктам наблюдений на территории Беларуси.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЕ ССЫЛКИ

1. Федосеев А. П. Агротехника и погода / Л.: Гидрометеиздат, 1979. 240 с.
2. Шпаар Д., Адам Л., Гинапп Х. и др. Зерновые культуры; под общ. ред. Д.Шпаара. Минск: ФУАИформ, 2000. 442 с.
3. Грингоф И. Г., Клещенко А. Д. Основы сельскохозяйственной метеорологии. Том 1. Потребность сельскохозяйственных культур в агрометеорологических условиях и опасные для сельскохозяйственного производства погодные условия. Обнинск: ФГБУ ВНИИГМИ-МЦД, 2011. 808 с.
4. Мельник В. И. Влияние изменения климата на агроклиматические ресурсы и продуктивность сельскохозяйственных культур Беларуси: Автореф. дис. канд. геогр. наук. // Минск: Инст. проблем использ. природ. рес. и экологии. Минск, 2004. 21 с.
5. Пятовская Л. К. Агрометеорологическое обоснование сроков сева. // Минск: Ураджай, 1977. 104 с.
6. Страшная А. И., Максименкова Т. А., Чуб О.В. О сроках сева озимых культур в условиях изменения климата и их прогнозирование в Приволжском федеральном округе // Труды Гидрометцентра России. 2011. Вып. 345. С. 175–193.
7. Шашко К. Г., Привалов Ф. И., Холодинский В. В. Оптимизация сроков сева озимых зерновых культур в связи с потеплением климата Беларуси // Земледелие и селекция Беларуси.