

- электрификация сельского хозяйства: межвед. тематич. сб. / РУП "НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства Минск, Белорусская наука, 2025 – Вып. 58 – С. 126-131.
2. Лепешкин, Н. Д. Сеялка механическая широкозахватная универсальная; полез. модель ВУ 13634 / Н. Д. Лепешкин, В. В. Мижурин, В. В. Микульский. – Опубл. 20.01.2025.
3. К выбору способа посева зерновых культур и трав / А. И. Филиппов [и др.] // Современные технологии сельскохозяйственного производства: сборник научных статей по материалам XXI Международной научно-практической конференции, Гродно, 31 мая, 30 марта, 20 марта 2018 г. / ГГАУ, ответственный за выпуск В. В. Пешко. – Гродно, 2018 г. – С. 251-254.
4. Анализ устройств, обеспечивающих надежность технологического процесса посева посевного материала / А. И. Филиппов [и др.] // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы: сборник научных трудов. – Гродно: ГГАУ, 2019. – С. 181-192.
5. Лепешкин, Н. Д. Повышение эффективности работы многоканальных распределительных устройств пневматических сеялок / Н. Д. Лепешкин, В. В. Мижурин, А. И. Филиппов // Сборник научных статей «Современные технологии сельскохозяйственного производства» по материалам XXIV Международной научно-практической конференции. – Гродно: ГГАУ, 2021. – С. 149-152.
6. Комбинированный почвообрабатывающе-посевной агрегат для высокопроизводительного посева зерновых и других культур / Н. Д. Лепешкин [и др.] // Вестник Белорус. гос. с.-х. акад. № 3. г. Горки, 2021. – С. 181-186.
7. Конструктивно-технологическая схема широкозахватной зерновой сеялки / Н. Д. Лепешкин [и др.] // Сборник научных статей «Современные технологии сельскохозяйственного производства» по материалам XXVIII Международной научно-практической конференции. – Гродно: ГГАУ, 2025. – С. 109-112.

УДК 631.53.04:633.853.494

## **ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА НА СРОКИ СЕВА ОЗИМОГО РАПСА НА ТЕРРИТОРИИ БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ НАКОПЛЕНИЯ ГРАДУСО-ДНЕЙ РОСТА**

**Ломонос О. Л.**

УО «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»  
г. Минск, Республика Беларусь

**Аннотация.** В статье представлен сравнительный анализ накопления градусо-дней роста (ГДР) на территории Брестской области за 2012-2014 гг. и 2022-2024 гг. Установлено, что в среднем за период с начала августа до окончания вегетации в условиях 2022-2024 гг. накопление ГДР составило 1112 °С, что на 239 °С выше, чем в 2012-2014 гг. В связи с этим посев озимого рапса в условиях потепления на территории Брестской области возможно проводить до 25-30 августа.

**Summary.** This article presents a comparative analysis of the accumulation of growing degree days (GDD) in the Brest region for 2012-2014 and 2022-2024. It was established that, on average, for the period from the beginning of August until the end of the growing period under 2022-2024 conditions, the GDD was 1112 °C, which is 239 °C higher than in 2012-2014. Therefore, sowing winter rapeseed under warming conditions in the Brest region can be carried out until August 25-30.

**Ключевые слова:** климат, потепление, сроки сева, градусо-дни роста, озимый рапс.

**Key words:** climate, warming, terms of sowing, growing degree days, winter oilseed rape.

Оценка влияния климатических факторов на сроки сева сельскохозяйственных культур в условиях наблюдаемых изменений климата остается актуальной. Повышение температурного режима произошло практически в каждом месяце. За период 1989-2020 гг. среднегодовая температура воздуха на территории страны превысила климатическую норму в среднем на 1,3°C. С течением времени температура воздуха продолжит расти и к 2035 г. прогнозируется ее увеличение в зимний период на 1,3-2,5°C, в весенний – на 0,7-2,0°C, в осенний – на 1,3-1,8°C [1]. Экспертные оценки уже показывают, что погодные и климатические условия приводят к изменению валового продукта сельского хозяйства в Беларуси, как минимум, на 15-20 % [2].

В настоящее время рапс является основной масличной (99 %) и важнейшей белковой культурой республики [3]. Нарастание объемов производства маслосемян рапса способствует обеспечению пищевой промышленности страны растительным маслом, животноводства – высокобелковыми, жиросодержащими кормами. Существенное значение занимает и экспортная составляющая продукции рапсового подкомплекса.

Многолетнее изучение и сравнение факторов, усиливающих или смягчающих влияние низких температур на перезимовку растений озимого рапса, позволили прийти к выводу, что решающим из них является оптимальный срок сева культуры [4].

Потепление климата и высокая значимость оптимальных сроков сева озимого рапса как одного из главных критериев, определяющих перезимовку культуры на территории Беларуси, обеспечили необходимость постановки данного вопроса на изучение.

Цель работы – определить оптимальные сроки сева озимого рапса на территории Брестской области в условиях изменения климата в зависимости от накопления градусо-дней роста.

Объект исследования – озимый рапс. Предмет исследования – динамика накопления градусо-дней роста, их влияние на сроки сева озимого рапса.

Метод исследования – системный анализ с применением общепринятых методик обработки данных.

Исследования проводились в два временных периода с интервалом в 10 лет – 2012-2014 гг. и 2022-2024 гг. (август-ноябрь).

Информационной базой для выполнения работы служили данные суточного разрешения по приземной температуре воздуха

метеорологической станции Тересполь, представленные ООО «Расписание Погоды» [5].

Метод градусо-дней роста (ГДР) со средней температурой воздуха, рассчитанной как среднее значение минимальных и максимальных суточных температур, является наиболее точным и широко используемым в сельскохозяйственных, фенологических и других исследованиях [6-8], несмотря на то что данный показатель не учитывает дополнительные факторы окружающей среды и различные реакции растений на одну и ту же температуру на разных стадиях их жизненного цикла. Концепция ГДР предполагает, что рост и развитие растений будет происходить только тогда, когда температура превысит определенную базовую температуру в течение определенного количества дней.

Расчет ГДР для определения оптимальных сроков сева озимого рапса на территории Брестской области в условиях изменения климата произведен по формуле [9].

$$\text{ГДР} = \frac{(T_{\max} + T_{\min})}{2} - T_{\text{баз.}},$$

где  $T_{\max}$  – максимальная дневная температура;

$T_{\min}$  – минимальная дневная температура;

$T_{\text{баз.}}$  – базовая температура (5 °C).

Влияние температуры на развитие рапса можно интерпретировать как градусо-дни роста (ГДР) – это мера тепла, накопленного урожаем за определенный период времени [10]. Расчет ГДР широко используется во многих странах для оценки накопленного тепла и прогнозирования стадии роста основных сельскохозяйственных культур умеренных широт, в том числе рапса.

Данные о «типичном» значении ГДР для рапса в условиях Беларуси отсутствуют. Однако в научной литературе имеется информация о ГДР для регионов близких по климатическим условиям, согласно которой при накоплении 500 °C и более ГДР растения рапса хорошо перезимовывают [11].

Расчет ГДР для условий Брестской области показал, что за последние 10 лет он достаточно сильно изменился. Так, в среднем за период с начала августа до окончания вегетации в 2012-2014 гг. данный показатель составил 873 °C, в то время как в условиях 2022-2024 гг. он равен 1112 °C, что на 239 °C выше (рисунок 1).

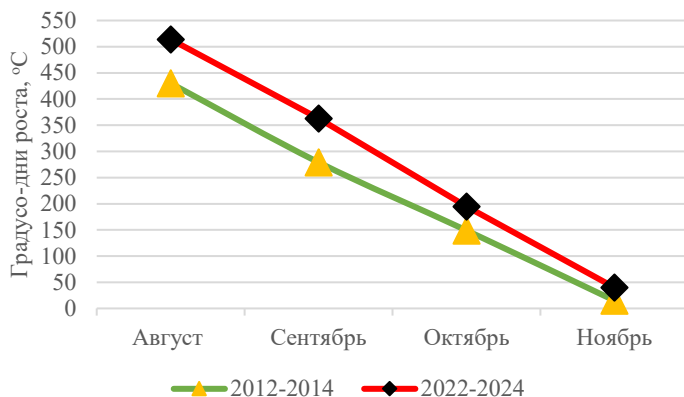


Рисунок 1 – Динамика накопления градусо-дней роста в условиях Брестской области с 1-го августа до окончания вегетационного периода в 2012-2014 гг. и 2022-2024 гг.

Анализ помесечного накопления ГДР указывает на значительный рост данного показателя в августе-сентябре 2022-2024 гг. по сравнению с 2012-2014 гг. (рисунок 2).

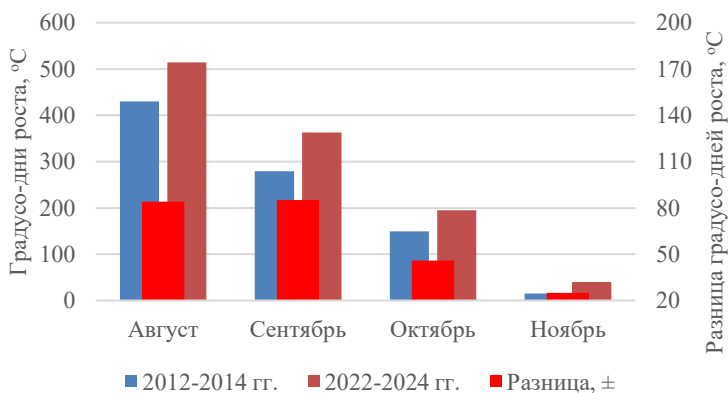


Рисунок 2 – Помесечное накопление градусо-дней роста в условиях Брестской области с 1-го августа до окончания вегетационного периода в 2012-2014 гг. и 2022-2024 гг.

Показатель ГДР в августе и сентябре вырос на 84-85 °С, что способствовало накоплению растениями озимого рапса большего количества пластических веществ и лучшей перезимовке в условиях 2022-2024 гг. Что касается октября-ноября месяца, мы видим, что значения ГДР увеличились на 46 °С в октябре и на 25 °С в ноябре, что говорит о более интенсивной вегетации растений в указанные месяцы на территории данной области в 2022-2024 гг. по сравнению с 2012-2014 гг.

На основании научной информации установлено, что количество дней от посева озимого рапса до прорастания семян составляет приблизительно 60-79 ГДР, а для формирования первой пары настоящих листьев необходимо 150 ГДР [12]. Данный факт позволяет определить, что для формирования 8-12 листьев необходимо порядка 600-700 ГДР с момента посева до окончания вегетации.

Вышеприведенная информация позволяет на основании расчета ГДР спрогнозировать рост и развитие растений озимого рапса в зависимости от сроков сева культуры (таблица 1).

Таблица 1 – Прогноз накопления ГДР в зависимости от сроков сева озимого рапса в условиях Брестской области

| Сроки сева     | 01.08 | 10.08 | 15.08 | 20.08 | 25.08 |
|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Накопление ГДР | 1112  | 977   | 894   | 802   | 718   |

Если за основу расчетов взять средние ГДР в период 2022-2024 гг., то для достижения 600-700 ГДР сроки сева озимого рапса для успешной перезимовки в условиях Брестской области возможно проводить до 25-30 августа. Однако следует отметить, что при планировании посева озимого рапса исходя из ГДР обязательным условием должно быть наличие достаточного количества влаги, так как при ее отсутствии время появления всходов может увеличиться, а период с момента их появления и до окончания вегетации может оказаться недостаточным.

Для формирования оптимальных параметров роста и развития растений в летне-осенний период с момента посева до окончания вегетации требуется порядка 600-700 ГДР. Исходя из этого посев озимого рапса в условиях потепления в зависимости от накопления градусо-дней роста на территории Брестской области возможно проводить до 25-30 августа.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Прогноз состояния природной среды Беларуси на период до 2035 года / В. М. Байчоров [и др.]; под общ. ред. В.С. Хомича. – Минск: Беларуская навука, 2022. – 332 с.
2. Агроклиматическое зонирование территории Беларуси с учетом изменения климата / В. И. Мельник [и др.]. – Минск-Женева, 2017. – 84 с.
3. Пилюк, Я. Э. Перезимовка и продуктивность озимого рапса в Беларуси и пути их повышения / Я. Э. Пилюк // Земледелия и селекция в Беларуси. – 2020. – № 56. – С. 224-235.
4. Методические рекомендации по оценке состояния посевов рапса после перезимовки и заморозков / Я. Э. Пилюк [и др.]. – Жодино: Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию, 2012. – 36 с.

5. [rp5.by](https://rp5.by/) [Электронный ресурс]: офиц. сайт ООО «Расписание Погоды». – Санкт-Петербург 2004-2025. – Режим доступа: <https://rp5.by/>. – Дата доступа: 22.02.2026.
6. Førland, E. J. Variations in Thermal Growing, Heating, and Freezing Indices in the Nordic Arctic, 1900-2050 / E. J. Førland et al. // Arctic, Antarctic, and Alpine Research. – 2004. – Vol. 36, No. 3. – P. 346-355.
7. Matzarakis, A. Climatology of growing degree days in Greece / A. Matzarakis et al. // Climate Research. – 2007. – Vol. 34(3). – P. 233-240.
8. Fealy, R. The spatial variation in degree days derived from locational attributes for the 1961 to 1990 period / R. Fealy, R. Fealy // Irish Journal of Agricultural and Food Research. – 2008. – Vol. 47(1). – P. 1-11.
9. Gordon, R. Analyses of growing degree-days for agriculture in Atlantic Canada / R. Gordon, A. Bootsma // Climate Research. – 1993. – Vol. 3. – P. 169-176.
10. Bonhomme, R. Bases and limits to using 'degree day' units / R. Bonhomme // European Journal of Agronomy. – 2000. – Vol. 13. – P. 1-10.
11. Laaniste, P. Sowing date influence on winter oilseed rape overwintering in Estonia / P. Laaniste et al. // Soil & Plant Science, Section B: Acta Agriculturae Scandinavica. – 2007. – Vol. 57(4). – P. 342-348.
12. Martinez-Feria, R. A. Suitability of winter canola (*Brassica napus* L.) for enhancing summer annual crop rotations in Iowa : A thesis submitted to the graduate faculty in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science R. A. Martinez-Feria ; Iowa State University. – Iowa, 2015. – 158 p.

УДК 631.442.3:614.443

## ВЛИЯНИЕ СПОСОБА ВНЕСЕНИЯ ИЗБЫТОЧНОГО АКТИВНОГО ИЛА НА АГРОХИМИЧЕСКИЕ И САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ СУПЕСЧАНОЙ ПОЧВЫ

**Лосевич Е. Б., Синевич Т. Г., Турук Е. В., Зверинская Н. И.**

УО «Гродненский государственный аграрный университет»

г. Гродно, Республика Беларусь

**Аннотация.** Исследовано влияние различных способов внесения избыточного активного ила очистных сооружений ОАО «Гродно Азот» на агрохимические и санитарно-гигиенические показатели супесчаной почвы. Установлено, что ил является по значению pH нейтральным либо слабощелочным, в нем содержится в среднем более 6 % органического вещества, много фосфора, кальция и магния. Содержание в нем хрома превышает ПДК в 4 раза, содержание меди и цинка превышает ОДК для песчаной почвы жилой зоны. Следовательно, использование избыточного активного ила как почвогрунта в зеленом строительстве на территории населенных пунктов возможно только с заделкой в почву (перемешиванием).

**Summary.** The impact of various methods of incorporating excess activated sludge from the Grodno Azot treatment facilities on the agrochemical and sanitary-hygienic parameters of sandy loam soil was studied. It was found that the sludge has a neutral or slightly alkaline pH, contains an average of over 6 % organic matter, and contains significant amounts of phosphorus, calcium, and magnesium. However, its