

- растениеводства, Киров, 3–5 апреля 2018 г. // Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока им. Н. В. Рудницкого; редкол.: Г. А. Баталова [и др.]. – Киров, 2018. – С. 50–54.
4. Стандарты генных банков для генетических ресурсов растений для производства продовольствия и ведения сельского хозяйства. Издание второе, исправленное и дополненное ФАО. – Рим, 2015. – 162 с.
 5. Стержневая генетическая коллекция *Lupinus angustifolius* L. Генетика, формирование биологического банка генов, использование / Н. С. Купцов [и др.] // РУП «Научно-

практический центр НАН Беларуси по земледелию». – Жодино, 2014. – 127 с.

6. Гриб, С. И. Стратегия и приоритеты селекции полевых культур в Беларуси / С. И. Гриб // Земледелие и растениеводство. – 2020. – № 4. – С. 3–7.
7. Каталог генетических ресурсов зерновых, зернобобовых, крупяных, масличных и кормовых культур (2016–2020 гг.) / Ф. И. Привалов [и др.] / РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию». – Минск: ИВЦ Минфина, 2020. – 572 с.

УДК 633.1«324»:631.53.04(476)

Уточнение оптимальных сроков сева озимых зерновых культур в связи с потеплением климата Беларуси за последние 25 лет

Ф. И. Привалов, доктор с.-х. наук, В. В. Холодинский, И. Г. Бруй, В. А. Шантыр, Н. Л. Холодинская, кандидаты с.-х. наук
Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию

(Дата поступления статьи в редакцию 22.01.2021 г.)

В статье приведен анализ изменения теплообеспеченности периода осенней вегетации озимых зерновых культур за период 1996–2020 гг. в сравнении с теплообеспеченностью его по климатической норме 1940–1970 гг. Показано, что календарные сроки начала сева озимых зерновых в результате потепления климата сместились в анализируемом периоде на 4–10 дней, а окончания сева – на 1–5 дней при продолжительности 19–23 суток.

The article analyzes the changes in the heat supply of the autumn vegetation period of winter cereals for the period 1996–2020 in comparison with its heat supply according to the climatic norm of 1940–1970. It is shown that the calendar dates of the beginning of sowing of winter cereals as a result of climate warming shifted in the analyzed period by 4–10 days, and the end of sowing-by 1–5 days with a duration of 19–23 days.

Введение

Климат всегда оказывал существенное влияние на деятельность человека. Особенно подвержены воздействию климата такие погодозависимые отрасли экономики, как сельское, лесное и водное хозяйство. С 1989 г. в Беларуси начался самый продолжительный период потепления за все время инструментальных наблюдений за температурой воздуха на протяжении последних почти 130 лет. С начала XX века до конца 80-х гг. на территории Республики Беларусь наблюдалось чередование кратковременных периодов потепления и непродолжительных периодов похолодания. В 1989 г. начался очередной период потепления, который характеризовался резким повышением температуры зимой, при котором среднегодовая температура воздуха в Беларуси на 1,3 °С превысила климатическую норму, принятую Всемирной метеорологической организацией (ВМО). Этот период потепления не имеет себе равных по продолжительности и интенсивности за весь период метеонаблюдений в Республике Беларусь и продолжается в настоящее время. В результате потепления произошло изменение границ агроклиматических зон (областей): северная агроклиматическая область распалась, а на юге Белорусского Полесья образовалась новая, более теплая агроклиматическая область. Исследования показывают, что тенденции этих изменений в ближайшие десятилетия сохраняются. Существенное изменение условий произрастания сельскохозяйственных культур в результате потепления требует коррективов в практике ведения сельского хозяйства при разработке стратегии

развития растениеводческого производства и его адаптации к изменениям климата [6, 8].

Доказательная база изменения климата приведена в работах академика В. Ф. Логинова и его учеников [3–7]. Если в середине XX века Беларусь состояла из трех агроклиматических областей (зон): северной (I) – умеренно теплой, влажной, центральной (II) – теплой, умеренно влажной и южной (III) – теплой, неустойчиво влажной [1, 13], то к его концу северная агроклиматическая область распалась, определилась IV агроклиматическая зона (область) [6, 7], характеризующаяся суммой активных температур более 2600 °С; среднегодовая температура превысила климатическую норму на 1,1 °С [5–8]; более всего потеплели январь и апрель [3, 6, 7].

В. Ф. Логинов показал, что границы агроклиматических областей сдвинулись на 70–160 км на север (рисунок 1) [1–3].

В связи с этим возникла необходимость пересмотра сроков проведения сева озимых зерновых культур как одного из главных критериев, определяющих перезимовку культур в условиях потепления климата, так как отклонение сроков сева от оптимальных приводит к значительному недобору урожая. При этом сев раньше оптимальных сроков приводит к большему недобору зерна, чем сев после них. Сев озимых до оптимальных сроков ведет к снижению урожайности в пределах 1–1,2 % за одни сутки по причине перерастания и более значительного повреждения посевов вредителями и болезнями, а также физиологического выпревания с последующим развитием снежной плесени. Сев ози-

мых после оптимальных сроков снижает урожайность культур в пределах 0,9–1,0 % за сутки опоздания из-за плохого осеннего кушения, недостаточного закалывания и изреживания посевов во время перезимовки, вызванного низкими температурами воздуха и образованием ледяной корки, а также других неблагоприятных факторов внешней среды [14].

Результаты исследований и их обсуждение

В последнее десятилетие значительно изменилась характеристика теплообеспеченности озимых зерновых культур в течение осенних месяцев вегетации, которая играет основополагающую роль при определении оптимальности сроков их сева. Наиболее значимо повысилась по всем точкам наблюдения средняя декадная температура воздуха за последние 25 лет в сравнении

с климатической нормой в первой декаде ноября – на 2,0 °С и первой декаде октября – на 1 °С (таблица 1).

Продолжительность осенней вегетации зерновых культур увеличилась на 10–12 суток, поскольку переход среднесуточной температуры через +5 °С в меньшую сторону стал наблюдаться в III декаде октября – I декаде ноября.

Сумма накопленных среднесуточных положительных температур в связи с потеплением климата превышает среднееголетние значения в зависимости от региона от 75 °С при севе в первой пятидневке октября (Гродненская область) до 149 °С – при севе в первых числах сентября (Могилевская область). На примере Минской области в таблице 2 показано превышение сумм среднесуточных положительных температур за последние 25 лет при севе озимых зерновых культур с 1 сентября

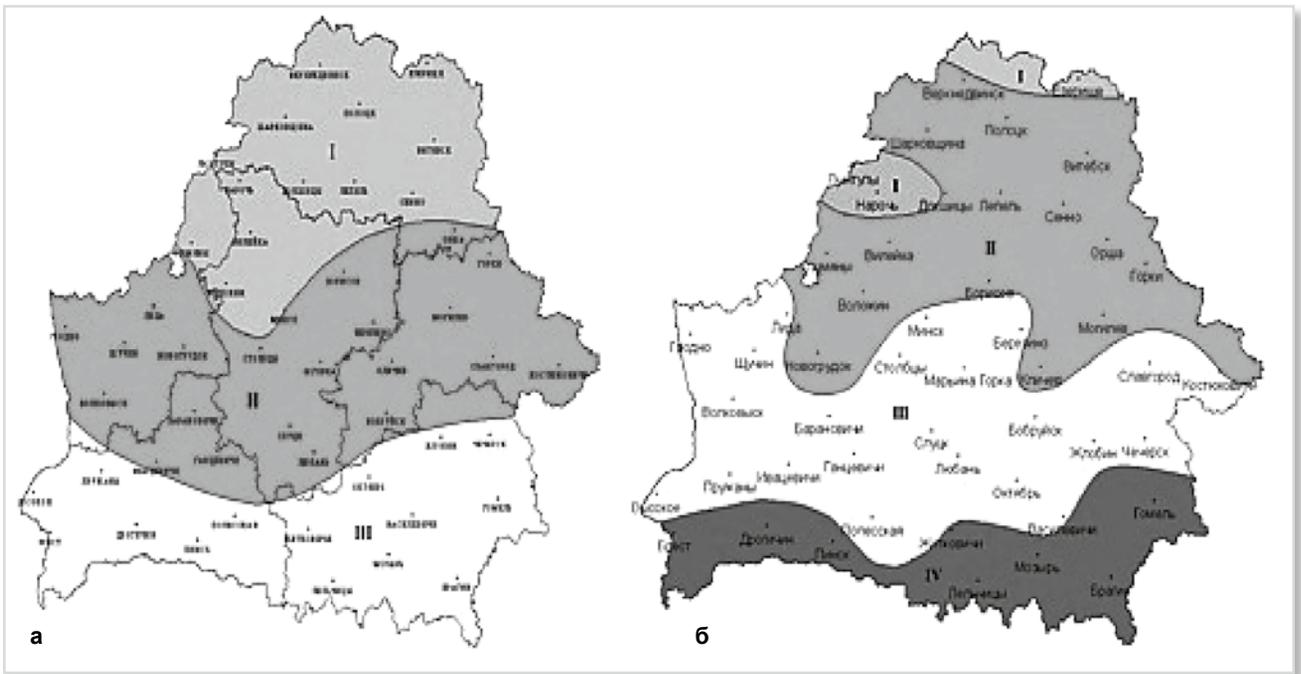


Рисунок 1 – Агроклиматические зоны Республики Беларусь:
 а) до потепления климата по А. Х. Шкляру (1973 г.). Сумма активных температур в зоне:
 I – менее 2200 °С, II – 2200–2400, III – 2400–2600 °С;
 б) по В. И. Мельнику за период 1989–2015 гг.
 Сумма активных температур в зоне: I – менее 2200 °С, II – 2200–2400, III – 2400–2600 и IV – более 2600 °С

Таблица 1 – Отклонение среднеобластной декадной температуры воздуха за период 1996–2020 гг. от климатической нормы

Область	Отклонение, °С						
	сентябрь			октябрь			ноябрь
	декады						
	I	II	III	I	II	III	I
Брестская	0,8	0,6	0,6	0,9	0,5	0,9	2,0
Витебская	1,0	0,9	0,9	1,2	0,8	0,8	1,9
Гомельская	1,1	0,9	0,8	1,2	0,8	0,8	2,0
Гродненская	0,9	0,6	0,8	0,8	0,5	0,8	1,9
Минская	1,1	0,9	0,8	1,2	0,7	0,8	2,0
Могилевская	0,8	0,6	0,6	1,1	0,8	0,8	2,2
Среднее	1,0	0,8	0,8	1,1	0,7	0,8	2,0

Таблица 2 – Отклонение сумм накопленных среднесуточных положительных температур от климатической нормы в Минской области за период 1996–2020 гг.

Дата сева	Норма	Среднее за 1996–2020 гг.	Отклонение	
			°С	%
01.09	564	665	101	118,0
06.09	496	592	96	119,4
11.09	428	519	91	121,3
16.09	370	456	86	123,2
21.09	311	393	82	126,2
25.09	261	340	79	130,1
01.10	211	287	76	135,8

по 1 октября.

В последние годы существенно повысилась вероятность возобновления вегетации во время продолжительных зимних оттепелей, способствующих вяло текущей вегетации растений, в результате которой за счет фотосинтеза пополнялись запасы ассимилятов, которые расходовались на дыхание и рост (кущение) растений, а также пополняли пул запасных веществ.

Наибольшая практическая значимость ежегодного уточнения сроков сева озимых зерновых культур в связи с потеплением климата выражается в обосновании смещения сроков начала и окончания сева, а также их продолжительности. Удлинение периода осенней вегетации озимых культур за счет потепления осенних месяцев, особенно в последние годы, способствует развитию болезней листьев, что в свою очередь провоцирует развитие снежной плесени и изреживание посевов. Учитывая данные факторы, целесообразно применять высокоэффективные препараты для предпосевной обработки семян, обеспечивающие надежную защиту растений озимых зерновых культур в период продолжительной осенней вегетации и после перезимовки. Особенно это актуально для посевов первых сроков сева, которые находятся в зоне риска перерастания.

Наиболее высокий уровень урожайности, при высокой вероятности благополучной перезимовки, обеспечивают посевы при наличии у растения в конце осенней вегетации 2–4 боковых побегов [9–12]. Теоретическое обоснование сроков сева озимых зерновых культур (озимой мягкой пшеницы) на базе учета сумм температур за осенний период вегетации дал А. И. Носатовский [9]. Суть его сводится к тому, что в условиях Северного Кавказа для образования 3–4 осенних побегов потребность в тепле от сева до перехода среднесуточной температуры через +5 °С составляет 580 °С положительных среднесуточных температур. При этом отступление от установленного срока сева пшеницы в ту или иную сторону на 5 дней существенного влияния на уровень формирующейся урожайности не оказывает.

В условиях нечерноземной зоны также подтверждено, что темп развития пшеничных растений в осенний период в основном определяет температура воздуха [11]. При этом необходимая сумма среднесуточных положительных температур от сева до появления полных всходов равняется 119 °С, от всходов до начала кушения – 232 °С и от начала кушения до наличия трех побегов – 133 °С.

В наших условиях получены аналогичные данные

по влиянию указанных К. И. Сараниным сумм положительных температур на развитие растений озимых зерновых культур. Поэтому первоначально для проведения ретроспективного анализа оптимальности сроков сева озимой пшеницы были приняты следующие параметры сумм положительных температур: для периода «начало сева – 4 побега» – 580 °С и для периода «конец сева – начало кушения» – 350 °С, озимого тритикале – 550 и 320 и озимой ржи – 520 и 290 °С соответственно [9, 11].

Однако проверка приведенных параметров в условиях Республики Беларусь показала необходимость их уточнения. Для формирования четырех побегов кушения озимой пшенице необходимо накопить большую сумму положительных температур, соответственно для периода «начало сева – 4 побега» требуется 620 °С. Значение параметра суммы положительных температур для периода «конец сева – начало кушения» озимой пшеницы не изменилось и составляет 350 °С. Не изменился рассматриваемый параметр для озимого тритикале – 550 и 320 и озимой ржи – 520 и 290 °С соответственно.

Чтобы результаты анализа можно было распространять на всю область, из набора районов, где проводили метеонаблюдения, выбирали самый холодный и самый теплый. По отобранным точкам определяли вероятность нахождения посевов озимой зерновой культуры в состоянии кушения по сумме активных температур в зависимости от срока сева. Учитывая изменчивость погодных условий по годам, начало и завершение оптимального срока определялось с вероятностью 75 %. При этом за дату начала сева озимых зерновых в анализируемой области принималась дата начала сева в самом холодном районе, а за дату завершения сева – дата окончания сева в самом теплом районе области.

Под оптимальными сроками сева озимых зерновых культур мы принимали такие, при которых урожайность возделываемой культуры статистически достоверно не отличается от максимальной, а у растений возделываемых культур ко времени прекращения их осенней вегетации наблюдается 2–4 побега [10, 12]. При этом рекомендовалось в оптимальные сроки первой культурой высевать пшеницу, затем соответственно со смещением на 5 дней – тритикале и рожь. Продолжительность оптимального срока сева одной культуры в хозяйстве на дерново-подзолистой почве составляет около 10 суток, в пределах которых урожайность колеблется от 97 до 100 % от максимальной.

Однако, в связи с потеплением климата, как пока-

Таблица 3 – Оптимальные сроки сева озимых зерновых культур в 2021 г. в связи с потеплением климата

Область	Оптимальные сроки сева			
	озимые зерновые	в том числе		
		озимая пшеница	озимое тритикале	озимая рожь
Брестская	09.09–01.10	09.09–28.09	15.09–29.09	17.09–01.10
Витебская	04.09–25.09	04.09–16.09	05.09–20.09	09.09–25.09
Гомельская	11.09–30.09	11.09–23.09	14.09–26.09	1.09–30.09
Гродненская	07.09–30.09	07.09–23.09	11.09–27.09	15.09–30.09
Минская	07.09–29.09	07.09–21.09	09.09–24.09	14.09–29.09
Могилевская	04.09–26.09	04.09–17.09	06.09–21.09	09.09–26.09
РБ	04.09–01.10	04.09–28.09	05.09–29.09	09.09–01.10

зали результаты ретроспективного анализа за период 1996–2020 гг., начало оптимальных сроков сева озимых зерновых культур сместилось на более поздний период: в Брестской области – на 4 суток, Гомельской, Гродненской и Минской – на 6 суток, Витебской и Могилевской – на 10 суток (таблица 3).

Продолжительность оптимальных сроков сева озимых зерновых практически сохранилась на уровне 19 (Гомельская), 21 (Витебская), 22 (Могилевская) и 23 (Брестская, Гродненская и Минская) суток. При этом календарные сроки завершения сева в большинстве областей изменились в меньшей степени, чем календарные сроки его начала.

Продолжительность сева одной культуры в пределах однородного по погодным условиям региона, как и до потепления климата, составляет примерно 10–12 суток, хотя в пределах области может достигать 14–19 суток (таблица 3). Чем разнообразнее погодные условия осени в пределах области, тем продолжительнее период сева культуры.

В свою очередь в пределах области выделялись более мелкие единицы – агроклиматические районы [13].

Выводы

Сумма накопленных среднесуточных положительных температур в связи с потеплением климата превышает среднесуточные значения в зависимости от региона от 75 °С при севе в первой пятнадцатке октября (Гродненская область) до 149 °С при севе в первых числах сентября (Могилевская область). Продолжительность осенней вегетации продлилась не менее чем на одну декаду, в результате чего повысилась вероятность перерастания посевов первых сроков сева.

В связи с потеплением погодных условий осени оптимальные сроки сева озимых зерновых культур по области сместились на более поздний период на 4–10 суток, а их продолжительность сохранилась на уровне 19–23 суток.

Чем разнообразнее почвенно-погодные условия области, тем дольше период оптимального срока сева озимой зерновой культуры. Продолжительность сева одной из озимых культур в однородных почвенно-погодных условиях региона (район, хозяйство) составляет примерно 10–12 суток, а в пределах области может достигать

14–19 суток.

Литература

1. Агроклиматический справочник / под ред. Н. А. Малашевско-го. – 2-е изд., испр. и доп. – Минск: Ураджай, 1970. – 248 с.
2. Инанец, С. Потепление идет: берегите леса и картошку / С. Инанец [Электронный ресурс]. – 2011. – Режим доступа: <http://news.tut.by/society/249329.html>. – Дата доступа: 08.09.2011.
3. Климат Беларуси / Под ред. В. Ф. Логинова. – Мн.: Институт геологических наук АН Беларуси, 1996. – 235 с.
4. Логинов, В. Ф. Радиационные факторы и доказательная база современных изменений климата / В. Ф. Логинов. – Минск: Беларуская навука, 2012. – 266 с.
5. Мельник, В. И. Влияние изменения климата на агроклиматические ресурсы и продуктивность основных сельскохозяйственных культур Беларуси: автореф. дис... канд. географ. наук / В. И. Мельник. – Минск, 2004. – 21 с.
6. Мельник, В. И. Влияние современных изменений климата на ведение сельскохозяйственного производства в Белорусском Полесье / В. И. Мельник, Е. В. Камаровская // Природнае асяроддзе Палесся: асаблівасці і перспектывы развіцця: тез. докл. 4 Междунар. науч. конф., Брест, 10–12 сентября 2008 года. – С. 46.
7. Мельник, В. И. Изменение климата и меры адаптации сельского хозяйства к этим изменениям в Республике Беларусь / В. И. Мельник // Органическое сельское хозяйство Беларуси: перспективы развития: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Минск: «Донарит», 2012. – С. 57–60.
8. Агроклиматическое зонирование территории Беларуси с учетом изменения климата / В. Мельник [и др.]. – Электронный ресурс]. – 2017. – Режим доступа: <http://minpriroda.gov.by/uploads/files/Agroklimaticheskoe-zonirovanie-Respubliki-Belarus.pdf>. – Дата доступа: 11.01.2021.
9. Носатовский, А. И. Пшеница (биология) / А. И. Носатовский. – М.: Колос, 1965. – 189 с.
10. Привалов, Ф. И. Влияние потепления климата на оптимальность сроков сева озимых зерновых культур / Ф. И. Привалов // Вести НАН Беларуси. Сер. аграрных наук. – 2012. – № 4. – С. 49–52.
11. Саранин, К. И. Озимая пшеница / К. И. Саранин. – Москва: Московский рабочий, 1973. – 152 с.
12. Ретроспективный анализ оптимальности сроков сева озимых зерновых культур в Республике Беларусь за 1996–2011 годы в связи с потеплением климата / К. Г. Шашко [и др.] // Земляробства і ахова раслін. – 2012. – № 3. – С. 6–8.
13. Шкляр, А. Х. Климат Белоруссии и сельское хозяйство / А. Х. Шкляр. – Минск: изд-во Министерства высшего, среднего специального и профессионального образования БССР, 1962. – 423 с.
14. Rogen – Getreide mit Zukunft [электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://dnb.ddb.de>abrufbar>. – Дата доступа: 08.01.2008.