

Заклучение

1. При раннем севе кукурузы на дерново-подзолистой связносупесчаной почве в центральной части Беларуси (19 и 28 апреля), когда температура не достигла 10 °С, средняя продолжительность довсходового периода гибридов Дарьян и Полесский 202 составляет 23 сут, при оптимальном (3 и 12 мая) она сокращается на 6 сут.

2. Увеличение глубины заделки семян, имеющих массу 1000 шт. 193–323 г, с 2–3 см до 6–7 см при обоих сроках сева приводит к удлинению довсходового периода в среднем на 2 суток.

3. При благоприятном водном режиме верхнего слоя почвы более высокую полевую всхожесть семян кукурузы на обоих сроках сева показывает мелкая их заделка на глубину 2–3 см. В ином случае лучший результат обеспечивается при увеличении глубины.

4. В среднем за 2 года исследований глубина заделки семян 4–5 см является оптимальной для семян с высокой лабораторной всхожестью (более 96 %) и 2–3 см – с меньшими лабораторными показателями.

5. При оптимальном сроке сева развитие кукурузы ускоряется, и при разнице в 2 недели относительно раннего, цветение початка в зависимости от погодных условий года, глубины заделки семян и их массы наступает лишь на 1–3 или 2–8 суток позже.

6. Оптимальный срок сева по сравнению с ранним, как и увеличение глубины заделки семян с 2–3 см до 6–7 см способствуют повышению высоты растений кукурузы по окончании роста.

Литература

1. Лужинский, Д. В. Посеем кукурузу вовремя! / Д. В. Лужинский, Н. Ф. Надточаев // Белорусское сельское хозяйство. – 2015. – № 3. – С. 68–72.
2. Кукуруза в Сибири: монография / Н. И. Кашеваров [и др.]. – Новосибирск, 2004. – 400 с.
3. Силантьев, И. А. Обоснование и разработка интенсивной технологии возделывания кукурузы в системе почвозащитного земледелия Западной Сибири: автореф. дис. ... докт. с.-х. наук: 06.01.09 / И. А. Силантьев. – Омск, 1996. – 32 с.
4. Панфилов, А. Э. Культура кукурузы в Зауралье / А. Э. Панфилов. – Челябинск: ЧГАУ, 2004. – 356 с.
5. Лебідь, Е. М. Енергозбережна і ресурсоощадна технологія вирощування кукурудзи / Е. М. Лебідь [та ін.]. – Дніпропетровськ, 2006. – 34 с.

6. Паламарчук, В. Д. Кукурудза: селекція та вирощування гібридів / В. Д. Паламарчук, В. А. Мазур, О. Л. Зоуля. – Вінниця, 2009. – 199 с.
7. Пашенко, Ю. М. Адаптивні і ресурсозбережні технології вирощування гібридів кукурудзи / Ю. М. Пашенко, В. М. Борисов, О. Ю. Шишкіна. – Дніпропетровськ: АРТПРЕС, 2009. – 224 с.
8. Кукуруза / Д. Шпаар [и др.]; под общ. ред. В. А. Щербакова. – Минск: ФУАинформ, 1999. – 192 с.
9. Фуйассар, К. О качественных семенах кукурузы / К. Фуйассар // Белорусское сельское хозяйство. – 2016. – № 3. – С. 64–65.
10. Вплив строків сівби на врожайність та вологість зерна гібридів кукурудзи різних груп стиглості / С. В. Красненков [та ін.] // Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України. – Дніпропетровськ, 2014. – № 7. – С. 62–66.
10. Влияние погодных условий и протравителей на полевую всхожесть семян гибридов кукурузы / Ф. И. Привалов [и др.] // Земледелие и защита растений. – 2017. – № 5. – С. 6–11.
11. Богданов, А. З. Продуктивність і кормова цінність гібридів кукурузи, возделываемых на силос в центральной части Беларуси при различной густоте стояния растений, сроках сева и уборки: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.09 / А. З. Богданов. – Жодино, 2023. – 22 с.
12. Ториков, В.Е. Влияние норм высевы и глубины заделки семян на урожайность зерна гибридов кукурузы различных по скороспелости / В. Е. Ториков, Е. В. Малышева // Аграрный вестник Верхневолжья. – 2021. – № 4 (37). – С. 11–16.
13. Тарчоков, Х. Ш. Влияние сроков посева и глубины заделки семян на урожайность новых гибридов кукурузы в степной зоне Кабардино-Балкарии / Х. Ч. Тарчоков, Ф. Х. Бжинаев, О. Х. Матаева // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. – 2021. – № 6 (104). – С. 166–173.
14. Шульц, П. Глубина посева очень важна для кукурузы / П. Шульц // Наше сельское хозяйство. – 2022. – № 1. – С. 28–29.
15. Иванова, З. А. Влияние глубины заделки семян на урожайность гибридов кукурузы и их родительских форм / З. А. Иванова, Ю. М. Шогенов, Ф. Х. Нагудова // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета. – 2014. – № 1 (3). – С. 6–8.
16. Шлапунов, В. Н. Срок сева и глубина заделки семян линий и гибридов кукурузы / В. Н. Шлапунов, Н. Ф. Надточаев, В. В. Шолтанюк // Весці НАН Беларусі. Серыя аграрных навук. – 2005. – № 4. – С. 64–74.
17. Надточаев, Н. Ф. Глубина заделки семян линий и гибридов кукурузы / Н. Ф. Надточаев, М. А. Мелешкевич, Л. П. Шиманский // Кукуруза и сорго. – 2003. – № 2. – С. 10–11.
18. Бовсуновский, А. Без разделения на зерновую и фуражную / А. Бовсуновский, М. Шепеля // Зерно. – 2008. – № 2. – С. 38–43.

УДК 633:630*423.4

Анализ низких температур как фактора, определяющего зимо- и морозостойкость озимых сельскохозяйственных культур

Ю. К. Шашко¹, доктор с.-х. наук, Д. Ф. Привалов², кандидат с.-х. наук

¹ РУП «Институт почвоведения и агрохимии»

² РУП «Институт защиты растений»

(Дата поступления статьи в редакцию 24.10.2023)

Сделан обзор литературных данных, касающихся изменения климата и прогнозов в сторону потепления в Республике Беларусь, описано явление морозостойкости озимых культур и факторы, на него влияющие. Сделан анализ фактических данных по минимальным отрицательным температурам и высоте снежного покрова во время зи-

A review of the literature on climate change and forecasts of warming in the Republic of Belarus is made, frost hardiness of winter crops and factors influencing it are described. The analysis of actual data on minimum negative temperatures and snow depth during wintering for 2011–2023 is made for three weather stations (Brest, Minsk

мовки за период 2011–2023 гг. по трем метеостанциям (Брест, Минск и Витебск), наиболее репрезентативно представляющим всю территорию страны. Сделан вывод, что, несмотря на тенденцию к потеплению климата, в ближайшее десятилетие морозы останутся основным фактором, определяющим зимостойкость озимых полевых культур. Рассчитана условная вероятность гибели озимых культур в различных регионах страны.

Введение

Озимые культуры максимально подходят для возделывания на территории Республики Беларусь. Они лучше используют весеннюю влагу тающего снега, защищают легкие почвы от дефляции в осенне-весенний период, более урожайны. Кроме того, озимые, как правило, убирают на 8–12-й дней раньше яровых, что позволяет более тщательно подготовить почву для последующих культур. К сожалению, сильную гибель, вызванную неблагоприятными условиями в процессе перезимовки, зачастую невозможно исправить какими-либо технологическими приемами и подобные посевы следует пересевать яровыми культурами, что значительно снижает рентабельность сельскохозяйственного производства.

Зимостойкость – это комплексный показатель, являющийся совокупностью отдельных факторов, таких как морозостойкость, устойчивость к выпреванию, выпиранию, вымоканию, поражению снежной плесенью и т. д. Наиболее распространенным и имеющим максимальную амплитуду является морозостойкость – устойчивость к низким отрицательным температурам.

В настоящее время наблюдается явно выраженная тенденция на потепление климата. Несмотря на это в течение зимовки наблюдаются условия, когда возможна гибель посевов из-за низких температур.

В связи с этим, целью данной работы был анализ частоты низких отрицательных температур и их потенциальное влияние на озимые культуры.

Анализ литературы

Климат Беларуси является умеренно-континентальным [3, 6]. С 1989 года начался самый продолжительный период потепления за все время инструментальных наблюдений за температурой воздуха на протяжении последних почти 130 лет. Вызвано потепление климата в этом периоде резким увеличением выброса в атмосферу парниковых газов [3, 5–7, 15].

В современной климатологии используется «условный прогноз», т. е. прогноз в рамках определенного условия, предположения о характере антропогенных воздействий. Это предположение принято называть «сценарием» [10]. Подобных сценариев, основанных на различных градациях тех или иных условий, взятых за основу, существует несколько десятков: A-D, S1-S4, IS92 (a-f), SRES (A1, A2, B1, B2), RCP (8,5; 6,0; 4,5; 3,0), SSP и др.

Одним из распространенных сценариев является RCP (от англ. *Representative concentration pathways* – репрезентативные траектории концентрации), основанный на уровнях радиационного воздействия, где число после RCP обозначает на сколько возрастет радиационное воздействие в Вт/м² в 2100 году [10]. Для нашей территории наиболее близок сценарий RCP 4,5,

and Vitebsk) representing the entire territory of the country. The conclusion made is that, despite the tendency towards climate warming, for the next decade frosts will remain the main factor determining winter hardiness of winter field crops. The conditional probability of winter crops death in different regions of the country is calculated.

что соответствует концентрации углекислого газа в атмосфере 650 p.p.m и усилению радиационного воздействия на 4,5 Вт/м².

К концу второго десятилетия среднегодовая температура воздуха в результате потепления превысила климатическую норму на 1,3 °C и равняется 7,1 °C. Диапазон различий среднегодовой температуры по территории республики от 6,4 °C в Витебской до 7,8 °C в Брестской области. Потепление произошло, главным образом, за счет зимнего периода и отдельных месяцев в другие поры года. Агроклиматические области сдвинулись с юга на север республики примерно на сто километров [6, 7]. Помимо Северной, Центральной и Южной областей выделилась Новая, в которой сумма температур за вегетационный период выше 10 градусов превысила 2600 градусов (рисунок 1). Количество осадков, выпадающих на территории республики, при этом изменилось незначительно [2]. Годовая сумма осадков колеблется в районе 650 мм [6].

Однако, уже к 2030 году возможно появление агроклиматической зоны с суммой эффективных температур 2800 °C, а в 2060 – более 3000 °C.

Правомерен вопрос: как изменится температура воздуха в период зимовки сельскохозяйственных культур? Согласно того же сценария RCP 4,5 зимние периоды к 2030 году могут стать в среднем теплее на 0,9 °C, к 2040 – на 1,4 °C и к 2060 – на 2,4 °C (таблица 1). При этом в осеннее и зимнее время незначительно (до 9 мм) увеличится количество осадков.

Таким образом, исходя из вышеприведенных данных, характеризующих уже существующую тенденцию к потеплению климата и прогноз на будущее, можно сделать вывод, что озимые культуры будут менее подвержены риску вымерзания.

Морозоустойчивость – это генетически детерминированная способность растений переносить температуру менее 0 °C. Если температура окружающей среды снижается быстро, то кристаллы льда образуются внутри содержимого клеток, что приводит к их механическим повреждениям и гибели. При более плавном, постепенном понижении температуры кристаллы замерзшей воды образуются в межклетниках, т. е. между слоями жестких целлюлозных клеточных стенок. При дальнейшем понижении температуры происходит еще больший рост кристаллов, которые механически сдавливают протопласт, обезвоживание клеток, денатурация белков внутриклеточного содержимого. Гибель наступает из-за нарушения функций и механического повреждения мембран.

В середине прошлого века физиолог И. И. Туманов обосновал теорию закаливания растений [11]. Под закаливанием он понимал процесс повышения устойчивости растений к низким отрицательным температурам, происходящий под влиянием определенных условий среды [11, 12]. Данный процесс происходит в две фазы.

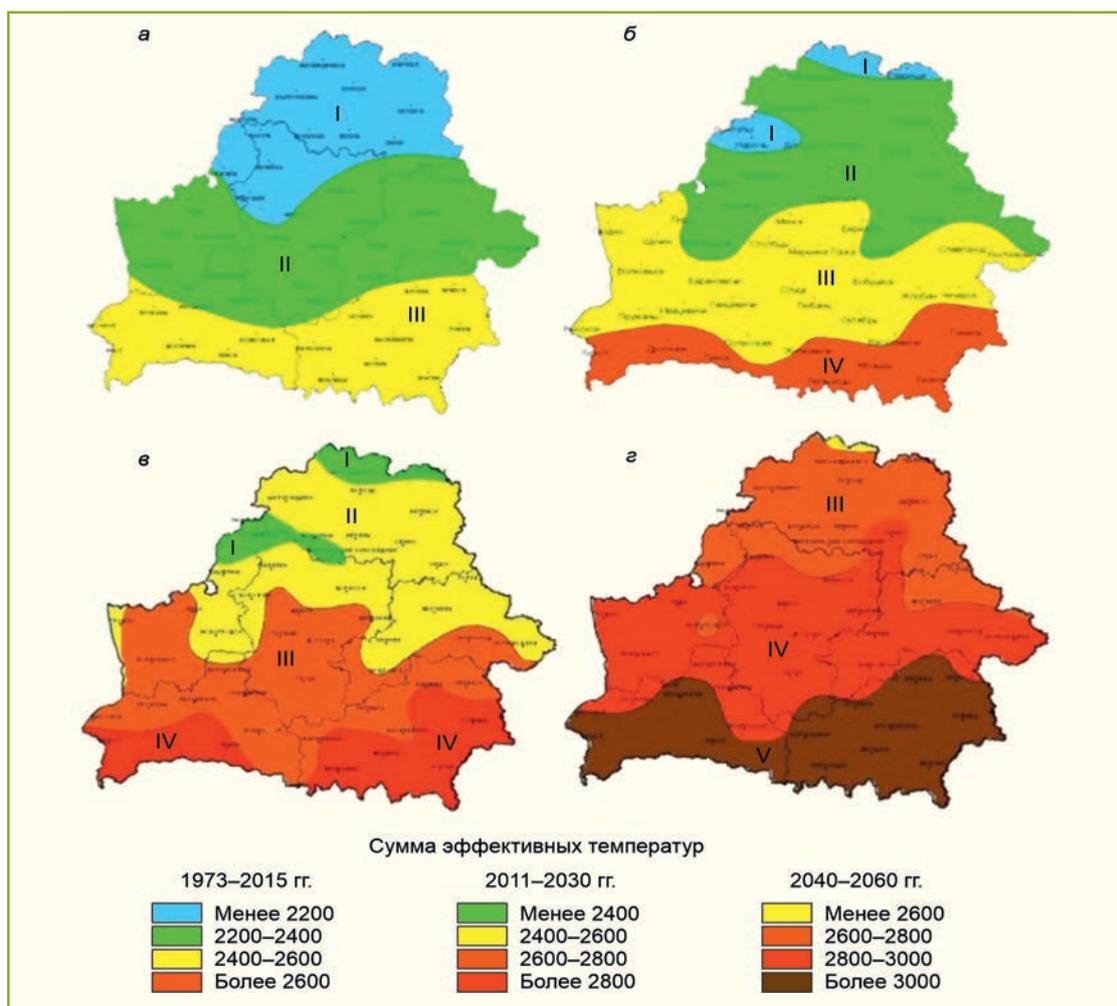


Рисунок 1 – Существующие и прогнозируемые границы агроклиматических зон по теплообеспеченности в Республике Беларусь [6]:

а – граница агроклиматических областей по А. Х. Шкляру (1973); б – граница агроклиматических областей за период потепления 1989–2015 гг.; в – граница агроклиматических областей по теплообеспеченности для сценария RCP 4,5 за период 2021–2030 гг.; г – граница агроклиматических областей по теплообеспеченности для сценария RCP 4,5 за период 2041–2060 гг.

Таблица 1 – Изменения сезонной температуры воздуха (°С) и осадков (мм), полученные для территории Беларуси с использованием данных из ансамбля 31 модели СМIP5 по отношению к базовому периоду 1989–2015 гг. для сценария RCP 4,5 [6]

Период	Температура				Осадки			
	Зима	Весна	Лето	Осень	Зима	Весна	Лето	Осень
2011–2030	0,9	0,9	0,5	0,7	4	–1	1	0
2021–2040	1,4	1,3	0,9	1,0	7	0	1	7
2041–2060	2,4	2,1	1,6	1,7	9	1	1	8

Первая фаза закаливания проходит при низких положительных температурах при наличии света. В данный момент протекает процесс фотосинтеза, а процесс роста и дыхания приостанавливается, что приводит к накоплению в клетках сахаров. При этом происходит снижение количества гормонов, стимулирующих рост, – ауксинов и увеличивается содержание гормона покоя абсцизовой кислоты (АБК) и стрессорных белков. В результате происходит снижение водного потенциала клеток, вода осмотически связывается внутри клетки, при этом снижается температура замерзания цитоплазмы внутри клетки.

Вторая фаза проходит при температуре от 0 °С до –5–10 °С и может идти под снегом, так как не зависит от наличия света. В мембранных структурах клеток

накапливаются ненасыщенные жирные кислоты, что делает их более эластичными и подвижными. Излишки свободной воды переходят в межклеточное пространство, где превращаются в кристаллы льда, которым значительно сложнее продавить/проколоть наружную жесткую целлюлозную клеточную стенку, чем плазмолемму. Все это также приводит к повышению устойчивости растительных тканей к морозам.

Морозоустойчивость озимых культур изменяется в период онтогенеза. На примере озимой пшеницы можно видеть, что морозостойкость зерновых культур увеличивается в процессе закаливания до середины декабря, максимум устойчивости длится до начала февраля и затем постепенно снижается (рисунок 2).

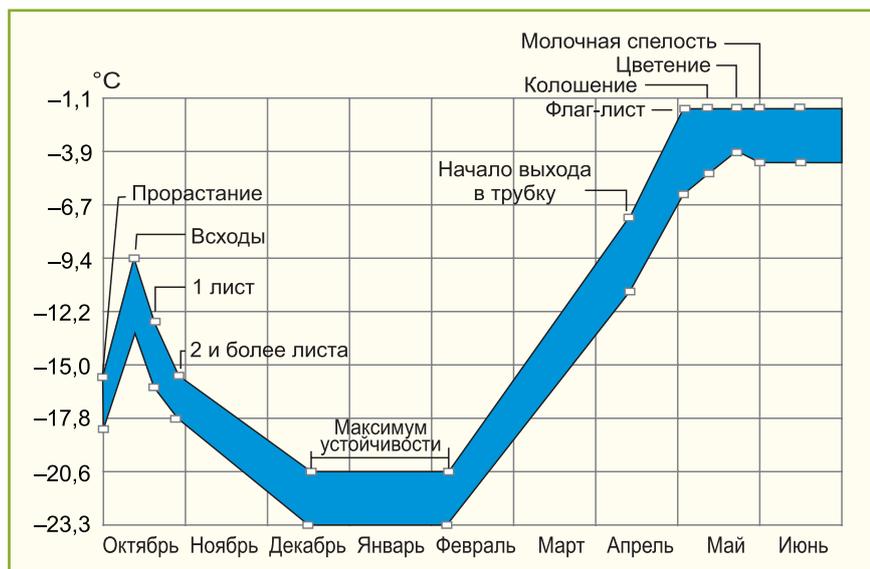


Рисунок 2 – Температура, вызывающая вымерзание озимой пшеницы на разных стадиях роста (A. W. Pauli, цит. по [8])

Среди хорошо закалившихся озимых культур наибольшей морозостойкостью обладает озимая рожь (до -20 – 25 °С на уровне узла кущения), затем озимое тритикале (до -19 – 21 °С) и озимая пшеница (до -18 – 20 °С) [1]. Наименьшая морозостойкость у

от его высоты и температуры окружающего воздуха (таблица 2).

Целенаправленный селекционный процесс также повышает устойчивость сельскохозяйственных культур к низким отрицательным температурам.

Таблица 2 – Температура почвы на глубине узла кущения при различной высоте снежного покрова и температуры воздуха [1]

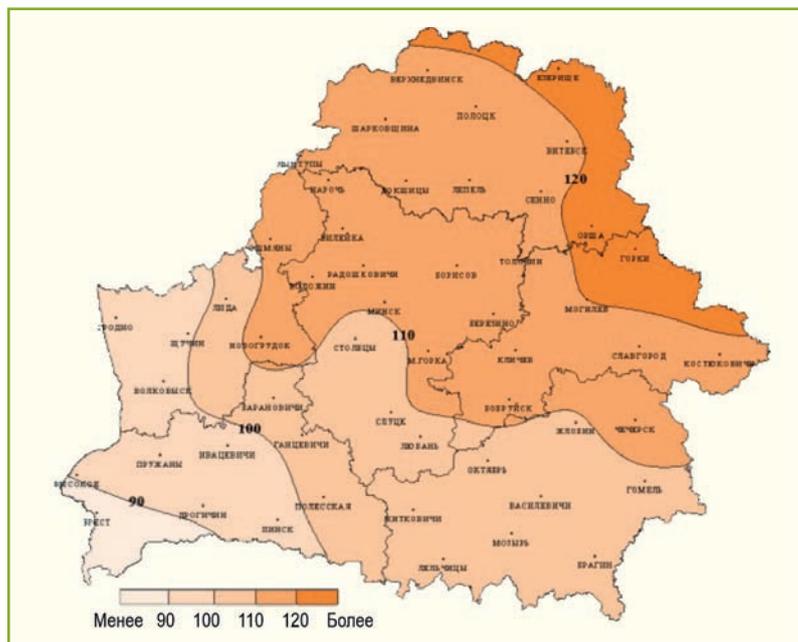
Температура воздуха, °С	Высота снежного покрова, см		
	10	20	30
-20	-8	-7	-6
-24	-10	-8	-7
-28	-12	-10	-8
-32	-14	-11	-8
-36	-16	-12	-9
-40	-18	-13	-10

Результаты и обсуждение

Фактические погодные условия зимнего периода в Республике Беларусь значительно отличаются. Продолжительность периода со среднесуточной температурой воздуха менее 0 °С изменяется в направлении с юга-запада на северо-восток и колеблется от 85 до 119 дней (рисунок 3) [6]. Самый длинный данный период наблюдается в Могилевской и Витебской областях – в среднем по области 118 и 119 дней соответственно, самый короткий в Брестской области – в среднем по области 97 дней.

Средняя температура в самом холодном месяце январе также изменяется в направлении с юга-запада на северо-восток от -4 до -8 °С (рисунок 4) [4].

Рисунок 3 – Продолжительность периода со средней суточной температурой воздуха ниже 0 °С [6]



озимого ячменя (до -15 °С) [14] и озимого рапса. У исследователей различных периодов исследований и в разных странах эти цифры по вымерзанию могут колебаться, но порядок культур по морозостойкости, как правило, соблюдается. Так, И. А. Шаганов приводит следующие параметры морозостойкости: озимая рожь -17 – 20 °С, тритикале -16 – 18 °С, пшеница -15 – 16 °С и ячмень -13 – 15 °С [13]. Как уже отмечалось выше, морозостойкость полевых культур сильно изменяется в течение перезимовки и в значительной степени зависит от культуры, условий и продолжительности периода закалывания, величины снежного покрова. Снежный покров может изменять в более высокую сторону температуру почвы на уровне залегания узла кущения до 14 – 30 °С в зависимости

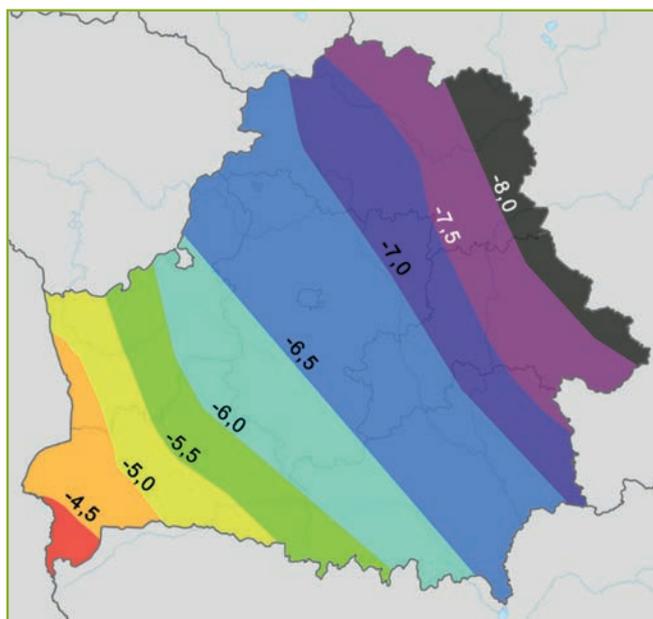


Рисунок 4 – Средняя температура воздуха в Республике Беларусь в январе [4]

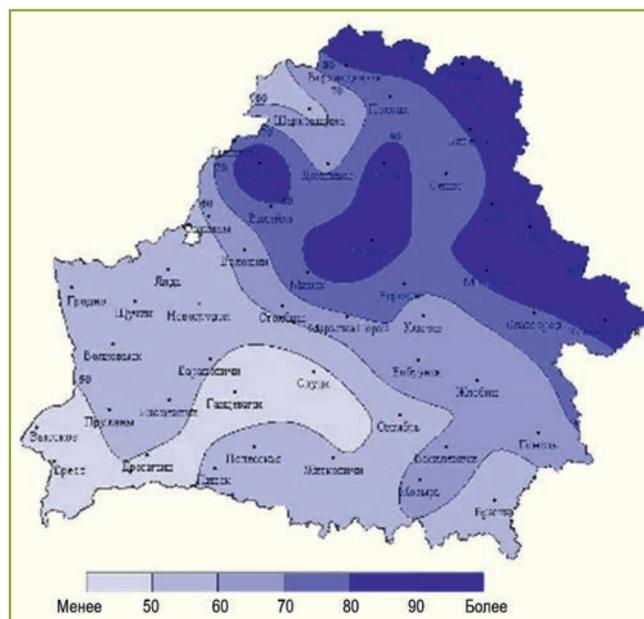


Рисунок 5 – Продолжительность залегания (дни) устойчивого снежного покрова, за период 1989–2018 гг. [16]

Максимальная продолжительность залегания устойчивого снежного покрова достигает более 90 дней на северо-востоке Витебской и Могилевской областей, минимальная – менее 50 – в Брестской области (рисунок 5).

Поскольку метеорологические показатели в республике изменяются по направлению с юго-запада на северо-восток, для анализа низких отрицательных температур в конкретных условиях мы выбрали три метеостанции: Брест, Минск и Витебск (таблицы 3–5). Фактические данные по минимальной температуре воздуха на высоте 2 м и высоте снежного покрова мы брали на интернет портале Pogodaklimat.ru [9]. К сожалению, на данном портале выложена информация с января 2011 г., поэтому анализ проведен за период с 2011 г. по

настоящее время. Поскольку наименее устойчивыми культурами к низким температурам являются озимый рапс и ячмень, мы определили в качестве критической температуры, вызывающей гибель, – 15 °С (для других зерновых она будет выше). Как видно из таблицы 2, высота снега в 20 см полностью защищает узел кущения у зерновых и озимый рапс от вымерзания, не позволяя температуре снизиться менее –13 °С даже при температуре воздуха – 40 °С, поэтому мы также взяли ее за критическую.

Минимальные температуры воздуха за анализируемый период достигали –25,8 °С по Брестской метеостанции, –27,5 °С по Минской и до –30,1 °С по Витебской, т. е. морозы могли вызывать гибель озимых культур на всей территории Беларуси.

Таблица 3 – Минимальная температура воздуха на высоте 2 м и высота снежного покрова. Метеостанция Брест (Брестская область, Беларусь: широта 52.12 долгота 23.69 высота над уровнем моря 146 м)

Год зимовки	Ноябрь		Декабрь		Январь		Февраль		Март	
	Tmin*	СП**	Tmin	СП	Tmin	СП	Tmin	СП	Tmin	СП
2010–2011					-12,6	22	-17,4	9	-14,0	10
2011–2012	-5,7	0	-3,8	0	-18,3	8	-25,8	7	-6,7	0
2012–2013	-1,6	0	-16,1	14	-20,1	27	-7,6	16	-13,2	15
2013–2014	-5,7	0	-5,1	6	-20,1	5	-11,3	4	-2,5	0
2014–2015	-9,9	4	-11,5	8	-13,9	1	-8,5	0	-6,2	0
2015–2016	-5,8	0	-11,1	0	-17,8	1	-3,9	0	-4,5	0
2016–2017	-8,9	0	-8,8	5	-21,1	8	-13,6	26	-2,4	0
2017–2018	-4,1	0	-4,1	0	-11,1	0	-17,2	3	-18,0	6
2018–2019	-9,7	0	-11,4	0	-13,1	9	-8,1	2	-5,6	0
2019–2020	-3,1	0	-3,2	0	-2,7	0	-5,2	0	-6,3	0
2020–2021	-2,6	0	-4,9	2	-20,8	11	-15,6	3	-6,8	0
2021–2022	-1,2	0	-12,1	1	-11,4	2	-3,9	0	-7,5	0
2022–2023	-8,6	3	-13,7	29	-3,5	1				
Среднее	-5,6	0,6	-8,8	5,4	-14,3	7,3	-11,5	5,8	-7,8	2,6

* Минимальная температура, °С (здесь и далее).

** Высота снежного покрова в момент минимальной температуры, см (здесь и далее).

Таблица 4 – Минимальная температура воздуха на высоте 2 м и высота снежного покрова. Метеостанция Минск (город Минск, Беларусь: широта 53.96 долгота 27.70 высота над уровнем моря 231 м)

Год зимовки	Ноябрь		Декабрь		Январь		Февраль		Март	
	<i>T_{min}</i> *	СП**	<i>T_{min}</i>	СП	<i>T_{min}</i>	СП	<i>T_{min}</i>	СП	<i>T_{min}</i>	СП
2010–2011					-15,3	23	-21,0	15	-14,3	18
2011–2012	-3,8	0	-6,2	0	-18,3	17	-27,1	17	-14,7	21
2012–2013	-0,9	0	-18,3	22	-18,5	30	-7,8	37	-14,7	53
2013–2014	-6,2	4	-10,9	13	-22,6	9	-14,9	8	-3,5	3
2014–2015	-9,7	1	-16,2	2	-16,8	3	-13,9	12	-6,3	0
2015–2016	-6,0	0	-12,1	6	-20,4	8	-4,8	1	-7,4	1
2016–2017	-9,3	2	-10,5	0	-25,1	13	-17,9	16	-1,8	0
2017–2018	-3,0	0	-3,6	0	-16,1	8	-19,3	18	-15,2	19
2018–2019	-11,1	0	-10,5	1	-20,4	24	-10,7	13	-8,4	12
2019–2020	-7,8	0	-4,7	10	-3,1	0	-6,6	0	-9,4	0
2020–2021	-1,9	0	-9,6	1	-24,6	22	-25,3	30	-12,6	1
2021–2022	-10,4	0	-16,0	9	-14,3	2	-12,5	20	-12,5	2
2022–2023	-10,4	9	-12,5	30	-19,4	11				
Среднее	-6,7	1,4	-10,9	7,9	-18,1	13,1	-15,2	15,6	-10,1	10,8

Таблица 5 – Минимальная температура воздуха на высоте 2 м и высота снежного покрова. Метеостанция Витебск (Витебская область, Беларусь: широта 55.20 долгота 30.26 высота над уровнем моря 176 м)

Год зимовки	Ноябрь		Декабрь		Январь		Февраль		Март	
	<i>T_{min}</i> *	СП**	<i>T_{min}</i>	СП	<i>T_{min}</i>	СП	<i>T_{min}</i>	СП	<i>T_{min}</i>	СП
2010–2011					-17,1	46	-27,1	46	-16,0	43
2011–2012	-7,0	0	-5,7	7	-21,2	24	-30,1	22	-16,8	29
2012–2013	-2,4	0	-18,6	14	-19,8	15	-16,5	24	-17,3	23
2013–2014	-5,9	9	-12,9	16	-23,2	6	-14,6	6	-8,2	3
2014–2015	-12,2	0	-18,8	4	-16,5	7	-16,0	7	-5,8	1
2015–2016	-7,1	1	-12,6	0	-20,8	8	-7,8	5	-8,3	3
2016–2017	-11,1	10	-11,2	7	-29,7	15	-22,5	19	-3,1	0
2017–2018	-3,9	0	-3,9	15	-13,3	10	-24,6	30	-15,8	26
2018–2019	-11,1	3	-12,7	3	-19,6	25	-10,0	12	-10,6	9
2019–2020	-8,4	0	-5,4	8	-3,3	4	-8,1	4	-6,9	0
2020–2021	-3,0	0	-8,9	0	-23,9	15	-20,2	18	-11,7	6
2021–2022	-7,1	1	-18,2	11	-14,6	13	-14,5	28	-13,5	11
2022–2023	-10	23	-12,8	22	-20,6	4				
Среднее	-7,4	3,9	-11,8	8,9	-18,7	14,8	-17,7	18,4	-11,2	12,8

Несмотря на то, что минимальные температуры были отрицательными уже в ноябре, на всех анализируемых метеостанциях данный месяц не является опасным в связи с вымерзанием озимых культур. В декабре уже наблюдались критические температуры – от 1 года из 13 (7,7 %) в Минске, до 3 лет из 13 (23 %) в Бресте и Витебске. Наиболее опасным периодом является январь, критические температуры зафиксированы от 6 лет из 13 (46,1 %) в Бресте и до 11 (84,6 %) в Минске. При этом средняя минимальная температура января в Бресте не достигала критической -14,3 °С, а в Минске и Витебске превышала ее: -18,1 и -18,7 °С соответственно. Также опасным является февраль, а для Витебска и март.

Если рассматривать высоту снежного покрова, то в Бресте только один раз в январе 2013 г. снег мог защитить озимые от вымерзания. В Минске сочетание критических температур с достаточной высотой снежного покрова наблюдалось в 30,8 % лет; в Витебске – в 38,5 % лет.

Условная вероятность гибели озимых ячменя и рапса (сочетание критической отрицательной температуры (Т < -15 °С) с недостаточным снежным покровом (Т < 20 см)) составляет 7/13 (53,8 %) для Бреста и 8/13 (61,5 %) для Минска и Витебска.

Условная (потенциально возможная) вероятность гибели озимой пшеницы (Т < -20 °С) в Бресте составляет 30,8 %, в Минске и Витебске – 38,5 %. По озимой ржи условная вероятность гибели (Т < -25 °С) в Бресте и Витебске – 7,7 %, в Минске – 15,4 %.

Мы говорим об **условной** вероятности вымерзания, поскольку анализ основан на экспертной оценке зимостойкости отдельных культур, сделанной предыдущими исследователями на отдельных сортах или группах сортов озимых культур в различных почвенно-климатических условиях, возделываемых в то или иное время. Однако селекционный процесс может заметно сдвинуть уровень морозостойкости изучаемых культур. Поэтому реальная гибель растений озимых культур может в некоторой степени отличаться от рассчитанной нами.

Выводы

Несмотря на тенденцию к потеплению климата в ближайшее десятилетие низкие отрицательные температуры в период зимовки будут существенным фактором, определяющим зимостойкость озимых полевых культур.

На территории Республики Беларусь погодные условия, определяющие зимо- и морозостойкость, изме-

няются в направлении с юго-запада на северо-восток. Оптимальными условиями, которые способствуют минимальным потерям от вымерзания, обладает Брестская область; наихудшие условия – на северо-востоке Витебской и Могилевской областей.

Наибольшая вероятность критических температур наблюдается в январе и феврале; в ноябре подобных явлений не зафиксировано.

В силу биологических особенностей культур, морозы наиболее опасны для озимого ячменя и рапса, условная вероятность вымерзания которых колеблется от 53,8% для Бреста до 61,5% для Минска и Витебска. Наименьшая вероятность вымерзания у озимой ржи – от 7,7%, в Бресте и Витебске до 15,4% в Минске.

Литература

1. Агроклиматический справочник / под ред. Малишевской. – Минск: Урожай, 1969. – 248 с.
2. Бертош, Е. Национальный доклад: Уязвимость и адаптация к изменению климата в Беларуси. Форум восточных стран по климатическим изменениям / Е. Бертош, Д. Русаков, Т. Лукашевич. – Минск: ПДУП «Типография Федерации профсоюзов Беларуси», 2014. – 45 с.
3. Климат Беларуси / под ред. В. Ф. Логинова; Институт геологических наук АН Беларуси. – Минск, 1996. – 234 с.
4. Клімат // Беларуская энцыклапедыя. – Т. 18, ч. 2: Беларусь. – Минск: Беларуская энцыклапедыя, 2004. – С. 41.
5. Логинов, В. Ф. Анализ и моделирование климатических процессов в Беларуси / В. Ф. Логинов, Г. П. Кузнецов, В. С. Микуцкий // Доклады НАН Беларуси. – 2003. – № 2. – С. 112–116.
6. Агроклиматическое зонирование территории Беларуси с учетом изменения климата (в рамках разработки национальной

стратегии адаптации сельского хозяйства к изменению климата в Республике Беларусь) / В. Мельник [и др.]. – Минск–Женева, 2017. – 84 с.

7. Мельник, В. И. Изменение климата и меры адаптации сельского хозяйства к этим изменениям в Республике Беларусь: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Минск: Донорит, 2012. – С. 57–60.
8. Портал университета Южной Дакоты. J. Kleinjan. Low Temperature Effects. <https://extension.sdstate.edu/low-temperature-effects-winter-wheat> Режим доступа 15.02.2023.
9. Погодный портал <http://www.pogodaiklimat.ru/> Режим доступа 01.03.2023.
10. Семенов, С. М. Сценарии антропогенных изменений климатической системы в XXI веке / С. М. Семенов, А. А. Гладилицева // Фундаментальная и прикладная климатология. – 2022. – Т. 8, № 1. – С. 75–106.
11. Туманов, И. И. Физиологические основы зимостойкости культурных растений / И. И. Туманов. – М., 1940. – 365 с.
12. Туманов, И. И. Физиология закаливания и морозостойкости растений / И. И. Туманов. – М.: Наука, 1979. – 350 с.
13. Шаганов, И. А. Практические рекомендации по освоению интенсивной технологии возделывания озимых зерновых культур / И. А. Шаганов. – Минск: Равноденствие, 2009. – 180 с.
14. Зерновые культуры / Д. Шпаар [и др.] / под ред. Д. Шпаара. – Минск: «ФУАинформ», 2000. – 421 с.
15. Taylor, K. E. An overview of CMIP5 and the experiment design / K. E. Taylor, R. J. Stouffer, G. A. Meehl // Bull. Am. Meteorol. Soc. – 2012. – № 93. – P. 485–498.
16. Блетько, В. Снежный покров. Его роль в перезимовке растений и как источника весенней влаги / В. Блетько, Н. Мельчакова // Сайт Белгидромета РБ. <https://belgidromet.by/ru/news-ru/view/snezhnij-pokrov-ego-rol-v-perezimovke-rastenij-i-kak-istochnika-vesennej-vlagi-2853/> Режим доступа 15.02.2023.

УДК 633.112.9

Оценка образцов коллекции ярового тритикале по хозяйственно ценным признакам

Ж. С. Пилипенко, научный сотрудник, **С. И. Гриб**, доктор с.-х. наук
РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»

(Дата поступления статьи в редакцию 24.10.2023 г.)

В результате изучения 43 коллекционных образцов ярового тритикале различного эколого-географического происхождения, выявлены источники хозяйственно полезных признаков: высокой урожайности зерна, короткостебельности, озерненности колоса, массы 1000 зерен, качества зерна, устойчивости к наиболее вредоносным листовым болезням, а также с комплексом хозяйственно полезных признаков, которые рекомендовано использовать в селекции.

Введение

Начальным и очень важным звеном в схеме селекционного процесса является исходный материал и оценка его по основным хозяйственно ценным признакам, поиск и выявление генетических источников и доноров устойчивости к различным абиотическим и биотическим факторам среды с целью их использования в гибридизации для создания новых сортов [1, 2].

В настоящее время все острее ощущается недостаток исходного материала при создании новых сортов, это касается дефицитных признаков: источников

As a result of studying 43 accessions of spring triticale of various ecological and geographical origins, the sources of economically important traits were identified: high grain yield, short stems, grain content of the ear, 1000-grain weight, grain quality, resistance to the most harmful leaf diseases, as well as a complex of economically important traits, which were recommended for use in breeding.

устойчивости к болезням, к стрессовым факторам, наиболее ценных компонентов качества зерна.

Несмотря на достигнутый прогресс в селекции, ряд недостатков присущ и лучшим отечественным и зарубежным сортам. Пока не решены проблемы скороспелости, короткостебельности, устойчивости к болезням и полеганию [3, 4], качества зерна, хлебопекарных и кормовых свойств. Для решения существующих проблем в селекции ярового тритикале важная роль принадлежит новым генетическим источникам хозяйственно ценных признаков.