

УСТАНОВЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ УСТОЙЧИВОСТИ ПОЧВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ К ЗАСУХАМ И СОСТАВЛЕНИЕ ЦИФРОВЫХ КАРТ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВЫЯВЛЕННЫХ ФАКТОРОВ (на примере Каменецкого района)

**В. Б. Цырибко, А. М. Устинова, И. А. Логачев, А. В. Юхновец,
А. А. Митькова, Н. А. Карабец**

*Институт почвоведения и агрохимии,
г. Минск, Беларусь*

ВВЕДЕНИЕ

Рациональное использование почвенно-земельных ресурсов – приоритетное направление устойчивого развития и обеспечения продовольственной и экологической безопасности Республики Беларусь. Последствия изменения климата за последние несколько десятков лет (теплые зимы, увеличение продолжительности и теплообеспеченности вегетационного периода, увеличение повторяемости засух, высоких температур воздуха и др.) оказывают существенное влияние на сельскохозяйственную отрасль сельского хозяйства нашей республики.

Наибольший ущерб аграрному производству наносит засуха. В засушливые и сухие годы урожайность зерновых и зернобобовых культур может снижаться на 20 % и более. Увеличение повторяемости засух и высоких температур воздуха, особенно в южных и восточных районах страны, приводит к ухудшению водного режима почв (пересыханию пахотного слоя) и влагообеспеченности сельскохозяйственных культур.

Территория Беларуси расположена в зоне достаточного увлажнения, однако за последние десятилетия вероятность возникновения засух и их продолжительность увеличились как за счет глобального изменения (потепления) климата, так и за счет антропогенного воздействия на природную среду (мелиорация земель, нарушение естественного растительного покрова, водоотведение, урбанизация и др.) [1].

По данным Белгидромета за период с 1968 г. по 2016 г. наибольшее число засух (около 90 %), отмеченных хотя бы в одной области и занявших более 30 % ее площади, наблюдалось в мае-июле. В половине лет из 20 (1989–2010 гг.) в республике отмечались засушливые условия на протяжении 2-х и более месяцев в период активной вегетации растений.

Засушливые условия, отразившиеся на сельскохозяйственном производстве, отмечены в ряде областей республики в 1992–1996, 1999, 2002, 2004, 2006, 2009, 2010, 2012–2016 гг. Повторяемость засух увеличивается с северо-запада на юго-восток. В Гомельской области, например, повторяемость засух с площадью охвата не менее 30 % области составляет 50 %, то есть примерно 1 раз в 2 года, в Брестской области – 1 раз в 2–3 года [2].

Актуальность предлагаемых исследований обусловлена тем, что Стратегия адаптации сельского хозяйства Республики Беларусь к изменениям климата предусматривает разработку системы мер, направленных на минимизацию негативного воздействия засух и засушливых явлений в первую очередь в растениеводческой отрасли аграрного производства. В связи с этим требуется углубленное изучение влияния климатических изменений на протекание почвенных процессов, водный режим и влагообеспеченность сельскохозяйственных культур в период их вегетации.

Цель исследований заключалась в выявлении параметров устойчивости почв сельскохозяйственных земель к засухам и составление цифровых карт пространственного распределения данных факторов.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объектом исследований является почвенный покров Гомельского, Добрушского и Лоевского районов Гомельской области, Брестского и Каменецкого районов Брестской области, а также Волковысский район Гродненской области.

В процессе исследований использовался комплекс методов: цифровое почвенное картографирование, абстрактно-логический, аналитический, расчетно-конструктивный, статистических группировок, экспертных оценок. Картографический материал создавался в программной среде QGIS.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Параметры устойчивости почв сельскохозяйственных земель к засухам и засушливым явлениям. Почва как природное образование в зависимости от ее, прежде всего, водно-физических свойств, обладает свойством смягчения отрицательных воздействий климатических изменений, в частности проявления засух из засушливых явлений. Успешное выполнение подобной функции во многом зависит от степени устойчивости почв, которая трактуется как «склонность и предрасположенность к неблагоприятным климатическим воздействиям». При этом следует иметь в виду, что на устойчивость почв оказывают влияние не только их внутренние свойства, особенности и структурный состав, но имеют существенное значение внешние социально-экономические и экологические факторы, которые во многом определяют способность почв противостоять изменяющимся климатическим условиям.

В настоящее время актуальным является определение системы индикаторов и установление определенного набора показателей, необходимых для оценки устойчивости почв, что даст возможность определить приоритетные действия по проведению адаптационных мероприятий к таким изменениям.

В качестве ключевых характеристик, определяющих степень устойчивости почв, предлагается использовать показатели запасов почвенной влаги. В отличие от климатических условий, которые отличаются определенным своим фоновым проявлением, водный режим почв формируется, помимо климата, под влиянием положения в рельефе, а также обуславливается строением почвообразующих пород, гранулометрическим составом, генетическими особенностями почвообразования и др. Данные факторы определяют степень устойчивости почв к засухам и засушливым явлениям [2].

Поскольку частота засушливых явлений наибольшая в южных частях республики, был проанализирован почвенный покров данных территорий. В результате было установлено, что в Полесском регионе широкое распространение имеют автоморфные по степени увлажнения и легкие по гранулометрическому составу почвы.

В Беларуси почвы в зависимости от степени увлажнения подразделяются на:

- автоморфные – почвы, которые на протяжении вегетационного периода практически не испытывают переувлажнения и не содержат в своем профиле цветковых признаков оглеения;

- полугидроморфные – почвы, находящиеся в состоянии избыточного увлажнения такое количество дней, при котором в их профиле образуются глеевые пятна или сплошные глеевые горизонты;

- гидроморфные – почвы, находящиеся в состоянии полной влагоемкости почти полный год [3, 4].

В Институте почвоведения и агрохимии под руководством профессора Т. А. Романовой выполнен анализ многолетних данных (28 лет) республиканской гидрометеорологической службы по динамике влажности почв разного генезиса (более 500 тыс. проб определений влажности на 84 участках). Это позволило типизировать характеристики увлажнения почв и определять их гидрологические особенности и режимы (табл. 1) [5].

Таблица 1

**Предельная полевая влагоемкость почв (наименьшая влагоемкость)
минеральных почв Беларуси, % [5]**

Почвообразующие породы	Части профиля	Автоморфные почвы	Полугидроморфные почвы					
			временно избыточно увлажняемые		глееватые		глеевые	
		ДП*	ДПБ	ДБ	ДПБ	ДБ	ДПБ	ДБ
Суглинки тяжелые и средние	верхняя	–	35	38	36	37	39	41
	средняя	–	30	37	33	35	35	38
Суглинки легкие	верхняя	24	28	–	30	–	37	–
	средняя	22	20	–	33	–	30	–
Супеси, подстилаемые мореной	верхняя	25	28	–	–	25	–	32
	средняя	16	16	–	–	17	–	26
Пески, супеси, смешаемые песками	верхняя	21	21	–	–	31	–	35
	средняя	13	19	–	–	27	–	31
Суглинки легкие лессовидные	верхняя	44	45	–	37	–	47	–
	средняя	29	26	–	28	–	33	–

* ДП – дерново-подзолистые, ДПБ – дерново-подзолистые заболоченные, ДБ – дерновые заболоченные.

Таким образом, влагообеспеченность почвы является ключевой переменной в системе классификации засух. С одной стороны – она может рассматриваться как индикатор почвенной засухи, так как она в значительной мере контролирует транспирацию и рост растений. С другой – влагообеспеченность почвы является показателем метеорологической и гидрологической засух, поскольку она обеспечивает агрегированную оценку количества доступной влаги, обусловленную

балансом количества осадков, испарения и разных видов стока. В то же время, данный фактор зависит, в первую очередь, от гранулометрического состава и степени гидроморфизма почв, что позволяет определить данные факторы как ключевые при оценке устойчивости почв к проявлению засух и засушливых явлений.

Гранулометрический состав почвы имеет большое агрономическое значение и является одним из важнейших признаков для ее качественной оценки. От гранулометрического состава почв и почвообразующих пород в значительной степени зависит интенсивность многих почвообразовательных процессов, связанных с превращением, перемещением и накоплением органических и минеральных соединений в почве. В результате в одних и тех же природных условиях на породах разного гранулометрического состава формируются почвы с различными свойствами.

Гранулометрический состав оказывает существенное влияние на все свойства почвы: тепловые, водные, воздушные, физико-химические, биохимические, окислительно-восстановительные условия, поглотительную способность; накопление в почве гумуса, зольных элементов и азота – на уровень плодородия в целом.

Коэффициент фильтрации – это скорость фильтрации при гидравлическом градиенте, равном единице. Он характеризует водопроницаемость почв и зависит от гранулометрического состава, плотности и пористости. Чем выше коэффициент, тем выше скорость фильтрации и, следовательно, ниже устойчивость к засухам.

Средние ориентировочные значения коэффициента фильтрации для основных видов грунтов приведены в табл. 2

Таблица 2

Ориентировочные значения коэффициента фильтрации почв и степень устойчивости к засухам и засушливым явлениям в зависимости от их гранулометрического состава

Гранулометрический состав	Коэффициент фильтрации, м/сут.	Степень устойчивости
Песок	2,00–100,00	наименее устойчивые
Супесь рыхлая	1,00–0,70	
Супесь связная	0,10–0,40	слабоустойчивые
Суглинок	0,005–0,40	наиболее устойчивые
Глина	0,005	
Торф слаборазложившийся	1,00–4,00	
Торф среднеразложившийся	0,15–1,00	среднеустойчивые
Торф сильноразложившийся	0,01–0,15	

На основе почвенно-гидрологических констант выполнена группировка почв по степени устойчивости к засухам и засушливым явлениям. Используются два почвенно-гидрологических параметра: среднее количество дней с содержанием влаги в 0–20-сантиметровом слое почвы ниже влажности разрыва капиллярной связи ($ВРК_1$) и максимальное количество дней с содержанием влаги в 0–20-сантиметровом слое почвы ниже влажности разрыва капиллярной связи ($ВРК_2$). Учитывался также гранулометрический состав почв и подстилающая порода (табл. 3).

Как следует из данных, представленных в таблице 3, наименее устойчивым к засухам и засушливым явлениям являются дерново-подзолистые автоморфные песчаные и рыхлосупесчаные почвы, подстилаемые песками, а также дегроторфяные остаточные торфяные и постторфяные песчаные и супесчаные.

**Группировка почв Беларуси по степени уязвимости
к засухам и засушливым явлениям**

Тип почвы	Гранулометрический состав и подстилающая порода	Степень уязвимости	
Дерново-подзолистые автоморфные, оглеенные внизу и на контакте	песчаные и рыхлосупесчаные, подстилаемые песками	1*	
	песчаные и супесчаные на связных породах	2	
	связносупесчаные	2	
	легко- и среднесуглинистые	3	
	тяжелосуглинистые и глинистые	4	
Дерново-подзолистые слабogleеватые и дерновые слабogleеватые	песчаные и супесчаные, подстилаемые песками	2	
	песчаные и супесчаные на связных породах	3	
	легко- и среднесуглинистые	3	
	тяжелосуглинистые и глинистые	4	
Дерновые глееватые и глеевые, дерново-подзолистые глееватые и глеевые	песчаные и супесчаные, подстилаемые песками	3	
	песчаные и супесчаные на связных породах	3	
	легко- и среднесуглинистые	4	
	тяжелосуглинистые и глинистые	4	
Торфяные	разной мощности	4	
	торфяно- и торфянисто-глеевые	4	
Деградированные торфяные	торфяно-минеральные, подстилаемые суглинком	4	
	торфяно-минеральные, подстилаемые песками и супесями	3	
	минеральные остаточные торфяные и постторфяные	суглинистые	3
		супесчаные и песчаные	1
Аллювиальные (пойменные) дерновые	песчаные и супесчаные	3	
	суглинистые	4	
	иловато-перегнойно-глееватые	4	
	иловато-перегнойно-глеевые	4	
Аллювиальные (пойменные) иловато-торфяные		4	

* 1 – наименее устойчивые, 2 – слабоустойчивые, 3 – среднеустойчивые, 4 – наиболее устойчивые.

К слабоустойчивым отнесены дерново-подзолистые автоморфные песчаные и рыхлосупесчаные, подстилаемые связными породами; дерново-подзолистые слабogleеватые песчаные и рыхлосупесчаные, подстилаемые песками.

Среднеустойчивые почвы обладают более коротким периодом иссушения. К ним относится большая группа почв, распространенных на территории республики, включая: дерново-подзолистые автоморфные легко- и среднесуглинистые; дерново-подзолистые слабogleеватые легко- и среднесуглинистые, песчаные и рыхлосупесчаные, подстилаемые связными породами; дерновые глееватые и глеевые песчаные и супесчаные, дерново-подзолистые глееватые и глеевые песчаные и супесчаные, дерготорфяные торфяно-минеральные, подстилаемые песком; дерготорфяные остаточные торфяные и постторфяные суглинистые; аллювиальные дерновые и дерновые заболоченные на песчаном и супесчаном аллювии.

Наиболее устойчивые к засухам почвы отличаются периодическим или постоянным переувлажнением, занимают, как правило, отрицательные формы рельефа с близкими к поверхности уровнями грунтовых вод. Эта группа представлена

дерновыми глееватыми и глеевыми суглинистыми; дерново-подзолистыми глееватыми и глеевыми суглинистыми; торфяными с разной мощностью торфа; торфяно-болотными, торфяно-глеевыми, торфяно-минеральными, подстилаемыми суглинком; дегроторфяными торфяно-минеральными, подстилаемыми суглинком; аллювиальным дерновыми и дерновыми заболоченными на суглинистом аллювии; аллювиальные заболоченные, аллювиальными (пойменными) иловато-торфяными почвами.

Предлагаемая группировка позволяет определить степень устойчивости наиболее распространенных типов почв республики к проявлению засух и засушливых явлений и создавать картографический материал, отражающий распределение почв по группам устойчивости к засухам и засушливым явлениям в программной среде QGIS.

Составление цифровых карт пространственного распределения факторов устойчивости почв сельскохозяйственных земель к засухам и засушливым явлениям. На рисунке 1 представлена разработанная цифровая карта пространственного распространения почв различной степени увлажнения (по основной почвенной разновидности) на территории Каменецкого района.

Для территории Каменецкого района характерно доминирование автоморфных почвенных разновидностей (49,9 %), что в сумме со значительной долей временно избыточно увлажненных (17,2 %) создает условия для активного развития и распространения засушливых процессов практически на всей его территории. Исключение составляет северная часть – территория ГПУ «НП Беловежская пуца».

На сельскохозяйственных землях Каменецкого района по параметру «степень увлажнения» 32,4 % занимают почвы, устойчивые к засухам и засушливым явлениям (глееватые, глеевые и гидроморфные). Слабоустойчивые к засухам (временно избыточно увлажненные) составляют 17,3 %, а наименее устойчивые (автоморфные) почвы – 50,3 % (рис. 2).

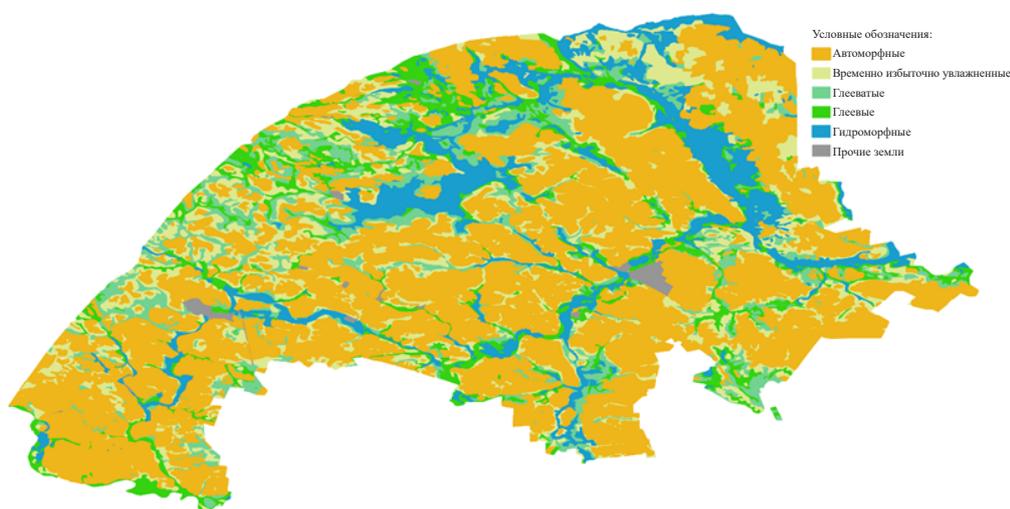


Рис. 1. Распространение почв различной степени увлажнения на территории Каменецкого района (по основной почвенной разновидности)



Рис. 2. Распределение почв по устойчивости к засухам и засушливым явлениям на территории Каменецкого района по степени увлажнения, %

На рисунке 3 представлена цифровая карта пространственного распространения почв различного гранулометрического состава на территории Каменецкого района.

Рыхлосупесчаные и связнопесчаные разновидности составляют более 75,0 % почвенного покрова Каменецкого района, что способствует увеличению потенциальных рисков проявления засух. Наибольшие риски по фактору гранулометрического состава – на юго-западной и юго-восточной частях территории района.

По параметру «гранулометрический состав почв» на сельскохозяйственных землях Каменецкого района 45,8 % занимают почвы, наименее устойчивые к засухам и засушливым явлениям. Это связно- и рыхлосупесчаные по гранулометрическому составу почвы. Слабоустойчивые к засухам (рыхлосупесчаные по гранулометрическому составу) почвы составляют 35,5 % и устойчивые (легкосуглинистые, связносупесчаные, органогенные) – 18,7 % (рис. 4).

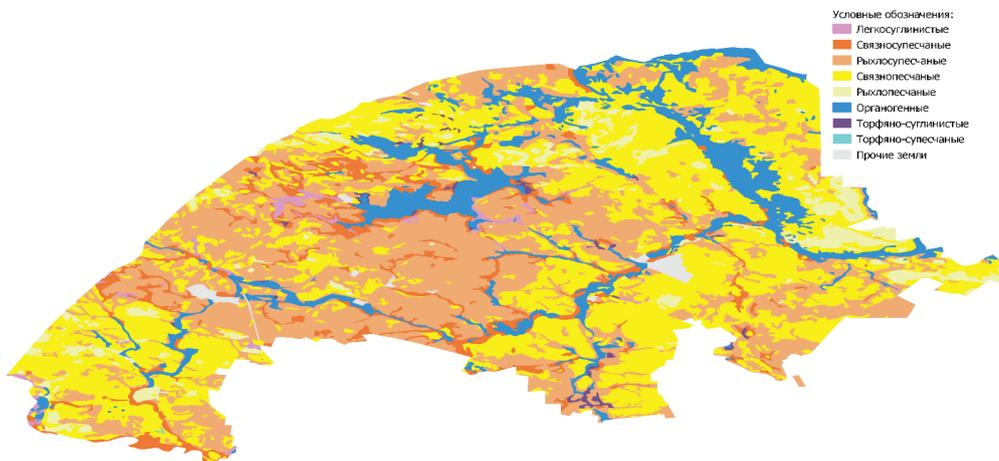


Рис. 3. Распространение почв различного гранулометрического состава на территории Каменецкого района (по основной почвенной разновидности)



Рис. 4. Распределение почв по устойчивости к засухам и засушливым явлениям на территории Каменецкого района по гранулометрическому составу, %

В целом, основываясь на распределении основных факторов устойчивости к засухам, наиболее вероятно проявление данных явлений в южной части Каменецкого района.

В ходе исследований составлены также цифровые карты пространственного распределения параметров (гранулометрический состав почвенного покрова и степень увлажнения) устойчивости почв сельскохозяйственных земель к засухам Гомельского, Добрушского и Лоевского, Брестского и Волковысского районов.

На основании ранее созданных цифровых карт параметров устойчивости, а также разработанной шкалы устойчивости почв, в программной среде QGIS был создан картографический материал, отражающий распределение почв по группам устойчивости к засухам и засушливым явлениям (рис. 5).

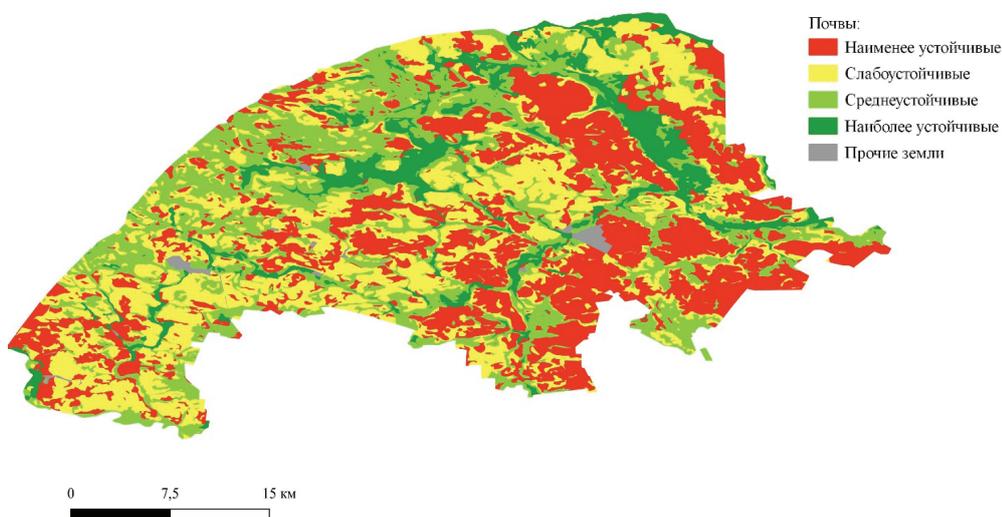


Рис. 5. Распределение почв Каменецкого района по степени их устойчивости к засухам и засушливым явлениям (по основной почвенной разновидности)

На территории Каменецкого района почвенный покров всех земель распределяется приблизительно равномерно по трем группам устойчивости: наименее устойчивые – 32,6 %, слабоустойчивые – 30,3, среднеустойчивые – 26,7 %. Наиболее устойчивых почв обнаружено всего 10,4 % (табл. 4).

Таблица 4

Распределение почв Каменецкого района по степени устойчивости к засухам и засушливым явлениям (по основной разновидности)

Почвы	Удельный вес, %	
	все земли	сельскохозяйственные земли
Наименее устойчивые	32,6	9,2
Слабоустойчивые	30,3	31,8
Среднеустойчивые	26,7	50,3
Наиболее устойчивые	10,4	8,7

Однако распределение по группам устойчивости почв сельскохозяйственных земель кардинально отличается. Так, доля наименее устойчивых более чем в три раза ниже – 9,2 % против 32,6 %, а среднеустойчивых – примерно в два раза выше (50,3 % против 26,7 %).

Такое изменение в распределении по группам устойчивости связано с размещением на севере района НП «Беловежская пуца», в котором широко распространены почвы, неустойчивые к засухам и засушливым явлениям.

ВЫВОДЫ

Влагообеспеченность почвы является ключевой переменной в системе классификации засух. С одной стороны, она может рассматриваться как индикатор почвенной засухи, так как она в значительной мере контролирует транспирацию и рост растений. С другой – влагообеспеченность почвы является показателем и метеорологической, и гидрологической засух, поскольку она обеспечивает агрегированную оценку количества доступной влаги, обусловленную балансом количества осадков, испарения и разных видов стока. В то же время, данный фактор зависит, в первую очередь, от гранулометрического состава и степени гидроморфизма почв, что позволяет определить эти параметры как ключевые при оценке устойчивости почв к проявлению засух и засушливых явлений.

Почвенный покров выбранных репрезентативных районов (Гомельского, Каменецкого, Добрушского, Волковысского, Брестского и Лоевского) подвержен высоким потенциальным рискам проявления засушливых явлений. Основные факторы риска – преобладание почв легкого гранулометрического состава автоморфной степени увлажнения.

Доля автоморфных почв в почвенном покрове Гомельского района составляет 36,8 %, Каменецкого – 49,9 %, Добрушского – 35,9 %, Волковысского – 60,7 %, Брестского – 31,3 %, Лоевского – 35,2 %.

Почвы легкого гранулометрического состава (песчаные и рыхлосупесчаные) преобладают во всех изученных районах и занимают в Гомельском районе 75,7 % территории, Каменецком – 85,1 %, Добрушском – 69,6 %, Волковысском – 65,4 %, Брестском – 86,8 %, Лоевском районе – 86,0 %.

Согласно цифровым картам, наименее устойчивы к засухам и засушливым явлениям почвы сельскохозяйственных земель расположены следующим образом: Гомельский и Каменецкий район – южная часть, Добрушский – северная и южная, Лоевский – центральная и южная часть, Брестский – на большей части района, за исключением пойм реки Западный Буг и ее притоков, Волковысский – вся территория.

На основании созданных цифровых карт параметров устойчивости, а также разработанной шкалы устойчивости почв, в программной среде QGIS создан картографический материал, отражающий распределение почв Каменецкого района по группам устойчивости к засухам и засушливым явлениям. Установлено, что почвенный покров Каменецкого района характеризуется высоким потенциальным риском проявления засух и засушливых явлений. Так удельный вес наименее устойчивых и слабоустойчивых почв в общей площади района составляет 62,9 % и 41,0 % от сельскохозяйственных земель. Стоит отметить, что наименее устойчивые к засухам и засушливым явлениям почвы относятся к категории земель несельскохозяйственного назначения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Мееровский, А. С.* Уязвимость почв сельскохозяйственных земель к засухам в условиях потепления климата Белорусского Полесья / А. С. Мееровский, В. И. Мельник, В. М. Яцухно // Мелиорация. – 2021. – № 2(96). – С. 29–36.
2. Агроклиматическое зонирование территории Беларуси с учетом изменения климата [Электронный ресурс] / В. Мельник [и др.]. – Минск-Женева, 2017. – 54 с. – Режим доступа : <https://minpriroda.gov.by/uploads/files/Agroklimaticheskoe-zonirovanie-Respubliki-Belarus.pdf> – Дата доступа : 21.03.2023.
3. Атлас почв сельскохозяйственных земель Республики Беларусь / В. В. Лапа [и др.]; под общ. ред. В. В. Лапа, А. Ф. Черныша; Ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск: ИВЦ Минфина, 2017. – 170 с.
4. Почвы Республики Беларусь / В. В. Лапа [и др.]; под ред. В. В. Лапы. – Минск: ИВЦ Минфина, 2019. – 632 с.
5. *Романова, Т. А.* Водный режим почв Беларуси / Т. А. Романова. – Минск: ИВЦ Минфина, 2015. – 144 с.

DETERMINATION OF RESISTANCE PARAMETERS FOR SOIL OF AGRICULTURAL LANDS TO DROUGHTS AND COMPILATION OF DIGITAL MAPS OF THE SPATIAL DISTRIBUTION OF THE IDENTIFIED FACTORS (for example of the Kamenetsk region)

V. B. Tsyrybka, H. M. Ustsinava, I. A. Lahachou,
A. V. Yukhnovets, A. A. Mit'kova, N. A. Karabets

Summary

The developed scale for grouping the main types of Belarus soils according to the degree of resistance to droughts and arid phenomena, depending on soil-hydrological constants, granulometric composition of soils and underlying rock (resistance

parameters) presents at the article. Based on the created digital maps of resistance parameters, as well as the developed scale of soil resistance, a cartographic material was created in the QGIS software environment reflecting the distribution of soils of the Kamenetsk region by groups of resistance to droughts and drought events. It has been established that the soil cover of the Kamenetsk region is characterized by a high potential risk of droughts and arid phenomena. The proportion of the least and weakly resistant soils in the total area of the region is 62,9 % and 41,0 % of agricultural land. It has been established that the soils least resistant to droughts and arid phenomena belong to the non-agricultural land.

Поступила 13.04.23

УДК 631.445.54

ВОССТАНОВЛЕНИЕ КАЧЕСТВЕННОГО СОСТОЯНИЯ ДЕГРАДИРОВАННЫХ ЧЕРНОЗЕМОВ ВЫЩЕЛОЧЕННЫХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ МОЛДОВЫ ПУТЕМ КОМБИНИРОВАНИЯ АГРОТЕХНИЧЕСКИХ И ФИТОМЕЛИОРАТИВНЫХ ПРИЕМОМ

В. В. Чербарь, Т. Г. Лях

*Институт почвоведения, агрохимии и охраны почв им. Н. Димо,
г. Кишинев, Молдова*

ВВЕДЕНИЕ

В условиях практически полного отсутствия севооборотов с участием многолетних и однолетних бобовых трав и неприменения органических удобрений, в пахотных почвах Молдовы установился отрицательный баланс гумуса ($-0,72$ т/га в год), что привело к сокращению валового сбора сельскохозяйственной продукции почти в 2 раза. К недобору урожайности сельскохозяйственных культур приводит и отсутствие правильного соотношения между внесенными в почву минеральными и органическими удобрениями [9, 10].

Черноземы в результате распашки потеряли 35–40 % первоначальных запасов гумуса с негативными последствиями для их качественного состояния [1]. Пахотный слой черноземов стал бесструктурным и потерял способность сопротивляться уплотнению [3]. В результате уменьшения глубины основной обработки почв с 30–35 см до 12–20 см, под нынешним обрабатываемым слоем образовался уплотненный (слитой) горизонт, существенно снижающий плодородие почв (рис. 1, 2).

Главной причиной деградации свойств пахотного слоя черноземов стало уменьшение поступления в них органического вещества. На протяжении последних 25–30 лет органические удобрения в почву практически не вносили. До аграрной реформы ежегодно в почву поступало 6–7 т навоза, сейчас – 5–10 кг и только на частные участки, остальной массив пашни не удобряется. Исчез огромный клин люцерны и однолетних бобовых трав, а ведь устойчивое земледелие невозможно без правильного соотношения между земледелием и животноводством [8, 18, 19].