

8. Пьянков, С. В. Моделирование снегонакопления и снеготаяния в бассейне р. Кама с применением данных глобальных моделей прогноза погоды / С. В. Пьянков, А. Н. Шихов, П. Г. Михайлюков // Лёд и Снег. – 2019. – № 59(4). – С. 494–508. <https://doi.org/10.15356/2076-6734-2019-4-423>.

9. Климатический кадастр Республики Беларусь. Метеорологический ежемесячник. – Минск : Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды, 1979–2020 гг.

10. Group method of data handling - Wikipedia [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://en.wikipedia.org/wiki/Group_method_of_data_handling. – Дата доступа: 14.11.2022.

11. Learning algorithms [GMDH Shell Documentation] (gmdhsoftware.com) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://gmdhsoftware.com/docs/learning_algorithms. – Дата доступа: 14.11.2022.

УДК 631.459

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЭРОДИРОВАННЫХ ПОЧВ ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ

О. П. Мешик¹, А. С. Протасевич²

¹ К. т. н., доцент, декан факультета инженерных систем и экологии
УО «Брестский государственный технический университет»,
Брест, Беларусь, e-mail : omeshyk@gmail.com

² Аспирант кафедры природообустройства, преподаватель-стажер кафедры
природообустройства Брестского государственного технического университета,
Брест, Беларусь, e-mail : protasevichnastua@gmail.com

Реферат

В работе рассмотрены факторы, определяющие возникновение эрозионных процессов почв на территории Беларуси. Анализируются методы расчета объемов смытой почвы и дефляционный потенциал ветра. Дана оценка распространения эрозионных процессов на территории республики. Выявлены площади, занимаемые эрозионно-опасными почвами.

Ключевые слова: почва, деградация земель, эрозионные процессы, земельные ресурсы, водная эрозия, ветровая эрозия.

THE CURRENT STATE OF THE ERODED SOILS ON THE TERRITORY OF BELARUS

A. P. Meshyk, A. S. Pratasevich

Abstract

The paper considers certain factors which determine the occurrence of soil erosion on the territory of Belarus. It presents an analysis of methods for calculating the volumes of washed away soil and the deflationary potential of the wind. The authors provide an assessment of the spread of erosion processes on the territory and reveal some transformations of the areas with erosion-hazardous soils.

Keywords: soil, land degradation, erosion processes, land resources, water erosion, wind erosion.

Введение

Почва является важной составляющей земельных ресурсов, а также значимым компонентом биосферы и одним из основных природных ресурсов, обуславливающих экономическое развитие общества. Земельные ресурсы входят в состав земельного фонда страны, который служит для осуществления хозяйственной деятельности человека, поэтому состояние земель и почв напрямую зависит от характера воздействия человека на них. Земля является всеобщим материальным благом, которое используется для ведения сельского и лесного хозяйств, отраслевых хозяйственных комплексов, инфраструктуры и т.д. Главной характеристикой земли, в том числе почвы, является ее плодородие, сохранение и рациональное использование является одним из главных направлений экологической политики [1, 2].

По данным Реестра земельных ресурсов Республики Беларусь, по состоянию на 1 января 2022 года, площадь земель страны составляет 20762,8 тыс. га. Структура земельного фонда страны представлена на рисунке 1.

Структура земельного фонда Беларуси обусловлена социально-экономическими факторами. Основная часть площади страны занята сельскохозяйственными и лесными землями, на долю которых приходится 39,4 и 43 % территории страны соответственно [3].

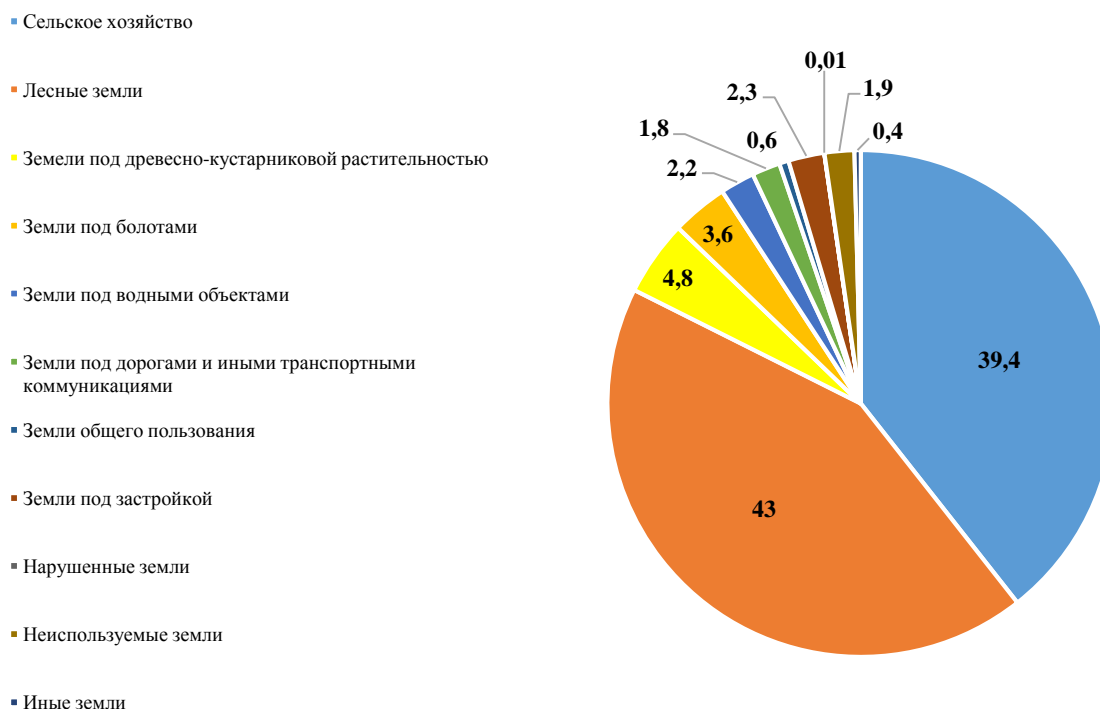


Рисунок 1 – Структура земельного фонда Республики Беларусь на 1 января 2022 года, %

На территории Республики Беларусь прослеживается тенденция сокращения площади сельскохозяйственных земель (рисунок 2). На рисунке 3 представлена динамика снижения площадей, занятых сельскохозяйственными угодьями по областям.

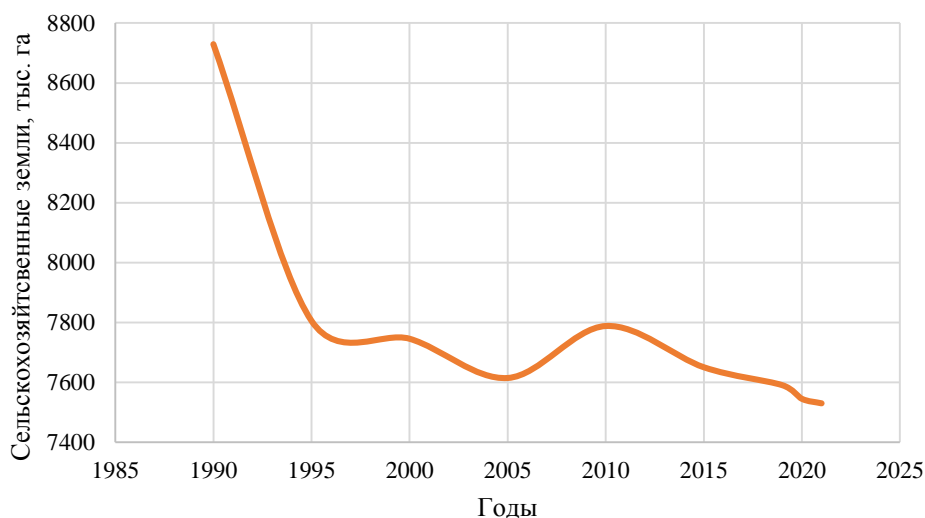


Рисунок 2 – Площадь сельскохозяйственных земель на территории Республики Беларусь, тыс. га

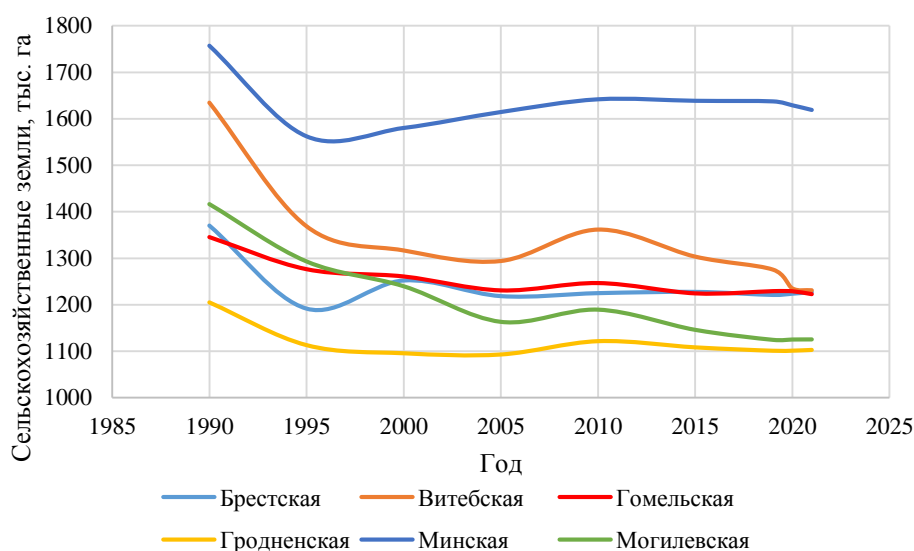


Рисунок 3 – Площади сельскохозяйственных земель в разрезе областей, тыс. га

Одной из основных причин снижения площадей сельскохозяйственных земель, а также наиболее актуальной проблемой экологии на территории Беларуси является деградация. Последствия деградации земель проявляется в изменении состояния почв, под воздействием антропогенных (нерациональное землепользование) и природных факторов. Этот процесс связан с ухудшением физических, биологических и химических факторов.

Для современной территории Республики Беларусь следует отметить следующие причины деградации земель: радиоактивное и химическое загрязнение, трансформация земель в результате добычи полезных ископаемых, эрозия почв, минерализация осушенных торфяных почв [4]. Из всех причин деградации земель на территории страны наиболее ярко выражена эрозия почвы.

Эрозионные процессы происходят в результате разрушения и переноса верхних слоев почвы, обладающих наиболее сильными плодородными свойствами.

Изучение и наблюдение за эрозией на территории Беларуси напрямую связано с началом крупномасштабного картографирования почв сельскохозяйственных угодий в начале 60-х годов XX века. Наибольший масштаб работ по изучению эрозии почв и разработке методики их картографирования был в 1963 году, когда в Белорусском НИИ почвоведения и агрохимии был создан отдел эрозии почв [5]. При картографировании территории Беларуси было выделено семь основных категорий земель: 1) неэродированные; 2) эрозионно-опасные; 3) слабоэродированные; 4) среднеэродированные; 5) сильноэродированные; 6) очень сильноэродированные; 7) непригодные для сельскохозяйственного использования [6].

Изучение процессов эрозии, причины и последствия ее возникновения, мероприятия по ее предотвращению имеют большую значимость в различных секторах экономики, одним из которых и является сельское хозяйство. В последние десятилетие значительный вклад в развитие изучения и организации природоохранных мероприятий на почвах, подверженных интенсивному сельскохозяйственному использованию внесли работы ученых – Н.И. Смеяна, Г.М. Мороза, Л.И. Шибута, А.Ф. Черныша, Д.С. Булгакова, В.В. Лапа и др. [7–9].

По характеру протекания и интенсивности воздействия на земную поверхность эрозию принято делить на геологическую (нормальную) и поверхностную (ускоренную). Геологическая эрозия характеризуется общими процессами, протекающими в земной коре и на ее поверхности, и сама участвует в формировании рельефа и гидрографической сети, то есть основных факторов, обеспечивающих в дальнейшем развитии всех видов современной эрозии. Современная эрозия является результатом процесса разрушения почв и подстилающих их пород, протекание которых ускоренно современной хозяйственной и сельскохозяйственной деятельностью человека. При эрозии почва теряет частицы грунта и как следствие меняет свой химический состав. В эродированных почвах уменьшается в несколько раз количество важнейших химических элементов таких как: гумус, фосфор, азот. Среди современной эрозии выделяют антропогенную эрозию, которая происходит в результате непосредственно хозяйственной деятельности человека.

На территории Республики Беларусь преобладают два вида эрозии почв: водная и ветровая (дефляция). Согласно почвенно-экологическому районированию, выполненному в Институте почвоведения и агрохимии, на территории Беларуси можно выделить три почвенно-экологические провинции: северную (преимущественно проявляется водная эрозия), центральную (наблюдается проявление водной эрозии и частично ветровая эрозия) и южную (преимущественно ветровая эрозия) [10]. Также в настоящее время по данным Института, площадь занимаемая эродированными и эрозионных опасных почв на сельскохозяйственных землях составляет около 4 млн. га, из них приблизительно 556,5 тыс. га подвергнуто водной и ветровой эрозии. Доля водной эрозии составляет 84 %, на ветровую эрозию приходится 16 %. Распределение эрозии по областям представлено в таблице 1 [11].

Эрозии в мире подвергнуты почвы общей площадью 1,643 млрд. га. Площадь распространения водной эрозии составляет 1 094 млн. га, а на долю ветровой приходится 549 млн. га [12].

Таблица 1 – Эродированность почв по областям

Область	Площадь эродированных земель, тыс. га		
	Всего	ветровая	водная
Брестская	50,9	11,5	39,4
Витебская	121,1	4,2	116,9
Гомельская	33,7	21,8	11,9
Гродненская	107,1	21,5	85,7
Минская	130,6	21,4	109,2
Могилевская	113,0	2,7	110,3
Республика Беларусь	556,5	83,2	473,3

Таким образом на основании данных, приведенных в таблице 1, можно сделать вывод, что проявление ветровой эрозии наиболее характерно для Белорусского Полесья, а проявление водной эрозии на территории Северной и Центральной части страны. Причиной является мелиорированные земли, подверженные интенсивному использованию сельским хозяйством, а также слабая низкая противодефляционная устойчивость почв.

На рисунках 4 и 5 представлено распределение площадей, подверженных водной и ветровой эрозией по областям Беларуси соответственно.



Рисунок 4 – Распределение площадей, подверженных водной эрозии на территории Беларуси, %

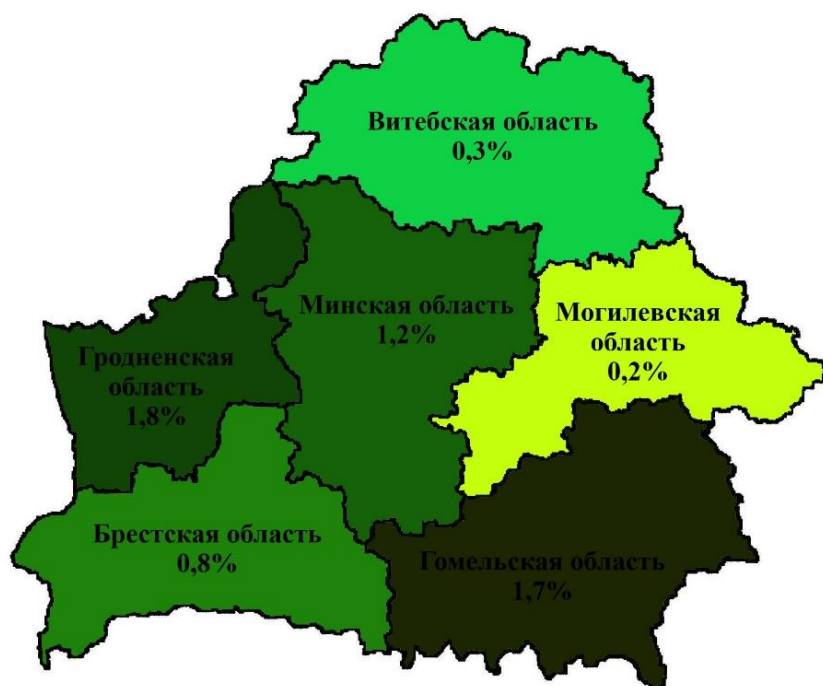


Рисунок 5 – Распределение площадей, подверженных ветровой эрозии на территории Беларуси, %

Материалы и методы

Объектом исследования являются почвы территории Республики Беларусь. В работе использованы официальные данные Национальной системы Мониторинга земель (почв) [13], климатического мониторинга, Реестра земельных ресурсов Республики Беларусь [3]. Данные характеризуют площади земель, скорость и повторяемость ветра.

Предметом исследования являются эрозионные процессы, происходящие на территории Беларуси.

Основная часть

В Белорусском Поозерье и Центральной Беларуси, где ярко выражен холмистый рельеф и преобладают почвы связанного гранулометрического состава, наиболее активно проявляются водно-эрозионные процессы. Эрозия развивается в условиях мелко- и среднехолмистого рельефа на почвах, сформированных на моренных почвообразующих породах. В Центральной части эрозионные процессы формируются на лессовидных и лессовых породах, приуроченных к крупнохолмистым формам рельефа.

Водная эрозия происходит в результате неурегулированности поверхностного стока дождевых и талых вод и начинает проявляться при уклоне 1° . Водная эрозия подразделяется на два вида: поверхностную или плоскостную, и линейную или овражную.

Плоскостная эрозия, процесс протекающей в условиях сглаженных однородных склонов, при равномерном слое стекании воды. Равномерный смыв почвы осуществляется со всей эродированной поверхности, что существенно влияет на уменьшение мощности перегнойного горизонта и в целом на состояние почвы. При регулярном развитии плоскостной эрозии она постепенно переходит в следующую стадию: струйчатую или ручейковую. Струйчатая эрозия

характеризуется формированием стока в виде ручейков, в результате которых образуются ручейковые размывы, достигающие глубину до 20-30 см. По степени плоскостного смыва подразделяют почвы на пять групп: слабосмытые, среднесмытые, сильносмытые, весьма сильносмытые, намытые [15].

Объем смытой почвы зависит от ряда факторов, таких как: крутизна склона (i); водопроницаемость почв; состояние поверхности; продолжительность воздействия атмосферных осадков талых вод. Таким образом можно вышесказанное можно преобразовать в формулу:

$$V_d = 17,59 + 5,62 * i, \text{ м}^3/\text{га} \quad (1)$$

где V_d – объем смытой почвы;
 i – уклон склона, град.

Наибольшая величина смыва почвы в Беларуси наблюдается преимущественно весной, когда оттаявшая почва, перенасыщенная влагой, залегает на еще мерзлом непроницаемом для воды слое. При этих условиях почва легко подвергается эрозии даже при небольшом количестве воды. Формула (1) получена нами по эмпирическим данным и характеризует максимально возможный объем смытой почвы за период весеннего снеготаяния.

На территории Белорусского Полесья, где преобладают мелиорированные и прилегающие к ним земли плоских водно-ледниковых и древнеаллювиальных равнин, а также преобладают почвы легкого гранулометрического состава с хорошей водопроницаемостью и осушенные торфяные почвы, характеризуются наиболее интенсивным изменением почв и почвенного покрова. На таких участках трансформация почвенного покрова обусловлена снижением уровня грунтовых вод, изменением баланса питательных веществ, усиление выноса элементов питания из верхних горизонтов и развитием ветровой эрозии.

В результате ветровой эрозии (дефляции) происходит выдувание, перенос мелких частиц почвы ветром на большие расстояния. Дефляция проявляется в виде пыльных (черных) бурь или повседневной (местной) эрозией. Для территории Беларуси наиболее характерен вид местной эрозии.

Отличительные черты, ветровой эрозии следующие: проявление на различных формах рельефа независимо от уклона местности; возможность переноса материала не только сверху вниз, но и наоборот; протекание эрозии как летом, так и в зимнее время, когда ветры сдувают со склонов снег, а затем подсохший верхний слой почвы.

К факторам, влияющим на интенсивность ветровой эрозии, относят: тип почвы (наиболее подвержены почвы, сформированные на сыпучем песке и лёсах); рельеф (большие ровные пространства способствуют развитию ветровой эрозии); отсутствие растительного покрова; непрерывная вырубка кустарников и лесных угодий.

Развитие дефляционных процессов зависит от целого ряда факторов, среди которых важное место занимают особенности ветрового режима в пределах исследуемой территории [14]. Учитываются они посредством расчета интегрального показателя – дефляционный потенциал ветра (ДПВ) D . Наибольшее значения дефляционного потенциала происходит при скорости ветра 3-5 м/с [16].

$$D = \frac{U - U_0}{U_{кр} - U_0} \quad (2)$$

где U , $U_{кр}$ – заданная и критическая скорость ветра (м/с);
 U_0 – пороговая скорость ветра.

Также важным фактором развития ветровой эрозии является шероховатость подстилающей поверхности, от которой напрямую зависит ветровой режим территории.

Территория Республики Беларусь по особенностям рельефа разделена на четыре типа, каждый из которых характеризуется своими элементами шероховатости и может быть отнесен к определенному классу.

Классу 0 (поверхность воды) соответствует поверхности водохранилищ и озер; размер шероховатости $z_0 = 0,0002$ м (рисунок 6)



Рисунок 6 – Пример территории шероховатости класса 0

Классу 1 соответствуют открытые области с небольшими лесозащитными полосами (равнины или небольшие холмы). Могут быть фермерские постройки, отдельно стоящие деревья или кустарники. Размер шероховатости $z_0 = 0,03$ м (рисунок 7).



Рисунок 7 – Пример территории шероховатости класса 1

Классу 2 соответствуют территории хозяйственных земель с небольшими лесозащитными полосами, среднее расстояние между которыми составляет 1000 м, с разбросанными областями построек. Территория характеризуется большими открытыми областями между лесозащитными полосами, придающими ландшафту открытый внешний вид. Территория может быть ровной или слегка холмистой, на ней может быть множество деревьев и зданий. Размер шероховатости $z_0 = 0,10$ м (рисунок 8).



Рисунок 8 – Пример территории шероховатости класса 2

Классу 3 соответствуют территории с городскими застройками, лесом или сельскохозяйственные земли с многочисленными лесозащитными полосами. Сельскохозяйственные угодья характеризуются многочисленными близкорасположенными лесозащитными полосами, среднее расстояние между которыми составляет несколько сотен метров. Леса и городские застройки также принадлежат к этому классу. Размер шероховатости составляет $z_0 = 0,40$ м (рисунок 9) [17].



Рисунок 9 – Пример территории шероховатости класса 3

На рисунке 10 представлено распределение среднегодовых скоростей ветра на территории Беларуси. Наибольшим дефляционным потенциалом обладает западная и восточная части Беларуси. Именно в этих районах среднегодовые скорости ветра превышают 3,0 м/с. Однако как уже было сказано выше необходимо учитывать шероховатость подстилающей земной поверхности (рисунки 6-9).

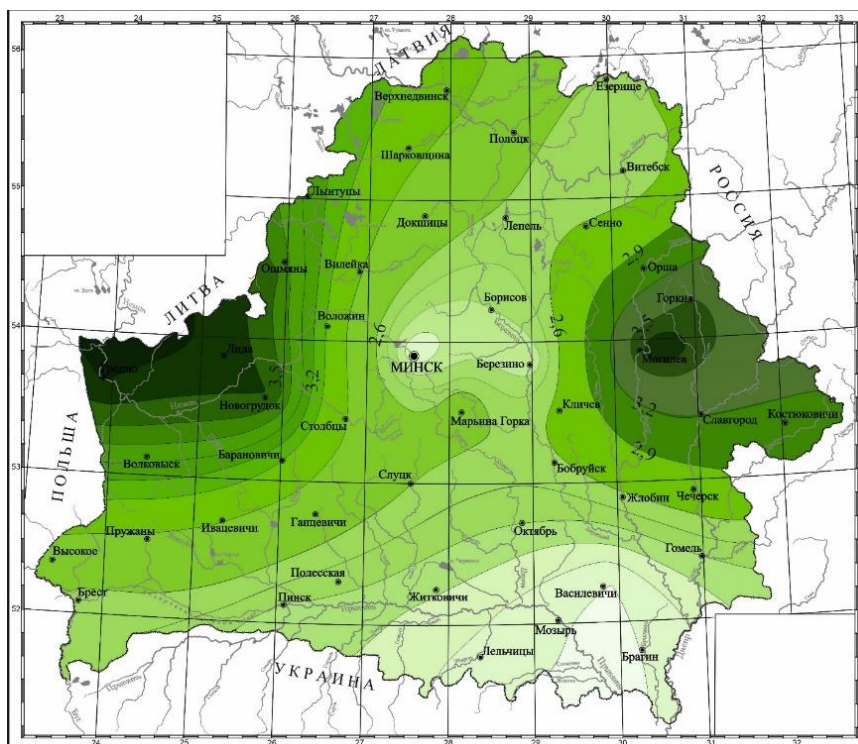


Рисунок 10 – Распределение среднегодовых скоростей ветра на территории Беларуси, м/с

Анализ полученной карты (рисунок 10) показал следующие особенности пространственного распределения скоростей ветра по территории Беларуси. Среднегодовая скорость увеличивается с юго-востока к центру Беларуси (от 2,1 м/с до 2,7 м/с) и от центра идет на спад в северо-восточном направлении (от 2,7 м/с до 2,4 м/с), а с запада и востока страны идет уменьшение скоростей ветра к центру страны (от 3,7 м/с до 2,2 м/с). 5. Территорию Беларуси условно можно разделить на две ветровые зоны, границы которых должны уточняться в ходе расчетов параметров ветровой эрозии конкретных почв, занятых определенными сельскохозяйственными культурами, в т.ч. дифференцированно по периодам года, в которые поверхность освобождается от культурной растительности.

Заключение

Для предотвращения развития водной и ветровой эрозии необходима разработка почвозащитного комплекса по борьбе с ними, который решит задачи по созданию водо- и ветроустойчивой поверхности почвы и накопления в ней влаги, уменьшения скоростей ветра в приземном слое воздуха. Он также будет включать агротехнические (введение специальных почвозащитных севооборотов, применение системы безотвальной обработки почвы), лесомелиоративные

мероприятия, полосное размещение культур, экологическую реабилитацию территорий подверженных эрозии.

Список цитированных источников

1. Белых, Е. С. Деградация земель в Республике Беларусь / Е. С. Белых, Ю. А. Королькова // Культура и экология - основы устойчивого развития России. Человеческий капитал как ключевой ресурс зеленой экономики : материалы Международного форума, Екатеринбург, 13-16 апреля 2018 г. - Екатеринбург: УрФУ, 2018. - Ч. 1. - С. 155-158.
2. Мележ, Т.А. Геоэкологическое состояние земельных ресурсов на территории Беларуси в разрезе областей / Т.А. Мележ // Географические аспекты устойчивого развития регионов [Электронный ресурс] : II международная научно-практическая конференция (Гомель, 23-24 марта 2017 г.): [материалы]. - Гомель : ГГУ им. Ф. Скорины, 2017. - С. 339-343.
3. Реестр земельных ресурсов Республики Беларусь (по состоянию на 1 января 2022 года). – Минск : Государственный комитет по имуществу Республики Беларусь, 2022. – 57 с.
4. Шкредова, В. В. К вопросу деградации земель на территории Беларуси / В. В. Шкредова // Научный поиск молодежи XXI века: сборник научных статей по материалам XV Международной научной конференции студентов и магистрантов / редкол.: П. А. Саскевич (гл. ред.) [и др.]. – Горки : БГСХА, 2015. – Ч. 4. – С. 176-179.
5. Шибут, Л. И. Исторические аспекты картографирования эродированных почв и создания почвенно-эрозионной карты Беларуси / Л. И. Шибут, Н. Н. Цыбулько, Т. Н. Азаренко // Почвоведение и агрохимия. – 2020. № 1. С. 37-45.
6. Комлева, С. М. Региональные особенности и специальные вопросы землеустройства : учебно-методическое пособие / С. М. Комлева, С. З. Мастеров. – Горки : БГСХА, 2019. – 156 с.
7. Черныш, А. Ф. Оценка факторов формирования эрозионных процессов в целях планирования и адаптации противоэрозионных комплексов к почвенно-экологическим условиям Беларуси / А. Ф. Черныш, А. Э. Радюк // Почвоведение и агрохимия. – 2009. – № 43. – С. 23–31.
8. Смян, Н. И. Почвы и структура посевных площадей / Н. И. Смян. – Минск, 1990. – 150 с.
9. Мороз, Г. М. Кадастровая оценка сельскохозяйственных земель сельскохозяйственных организаций и крестьянских (фермерских) хозяйств: методика, технология, практика / Г. М. Мороз, В. В. Лапа, С. В. Дробыш. – Минск, 2017. – 208 с.
10. Черныш, А. Ф. Принципы экологического нормирования допустимой антропогенной нагрузки на почвенный покров агроландшафтов Беларуси // А. Ф. Черныш, А. Н. Червань, Ю. П. Качков // Научный журнал «Почвоведение и агрохимия». – 2013. №1(50). С. 26-41.
11. Романовская, А. О. Современные методы мониторинга ветровой эрозии почв // А. О. Романовская, И. Ю. Савин // Бюллетень Почвенного института имени В.В. Докучаева. 2020. Вып. 104. – С. 110-157.
12. Global Assessment of Human-induced Soil Degradation (GLASOD) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: Global Assessment of Human-induced Soil Degradation (GLASOD) (isric.org). – Дата доступа 17.11.2022.
13. Мониторинг земель (почв). – Минск : Национальная система мониторинга окружающей среды Республики Беларусь, 2021 г.
14. Мешик, О. П. Экологические аспекты развития ветроэнергетики на территории Республики Беларусь / О. П. Мешик, М. В. Борушко, В. А. Морозова, К. О. Мешик, А. С. Протасевич // Актуальные научно-технические и экологические проблемы сохранения среды обитания : сб. трудов V Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 50-летию кафедры природообстройки, Брест, 26-28 октября 2022 г. / Брест. гос. техн. ун-т ; редкол.: А. А. Волчек [и др.] ; науч. ред. А. А. Волчек, О. П. Мешик. – Брест : БрГТУ, 2022. – Ч. II. – 129-138.
15. Тишкович, О. В. Эколого-экономическая оценка ущерба от водной эрозии почв сельскохозяйственных земель административных районов Беларуси / О. В. Тишкович, В. М. Яцухно // Вестник БГСХА : науч.-метод. журн. - 2020. - №3. - С. 212-216.
16. Черныш, А. Ф. Прогноз интенсивности выдувания почвы на землях Белорусского Полесья // А. Ф. Черныш, Н. А. Лихацевич // Научный журнал «Почвоведение и агрохимия». – 2013. №1(50). С. 80-89.

17. Порядок оценки ветроэнергетического потенциала при размещении ветроэнергетических установок на территории Республики Беларусь=Парадак ацэнкі ветраэнергетычнага патэнцыяла пры размяшчэнні ветраэнергетычных устаноў на тэрыторыі Рэспублікі Беларусь : ТКП 17.10-39-2012 (02120). – Введ. 01.07.2012. – Минск : Республиканский гидрометеорологический центр, 2012. – 15 с.

УДК 639.3.043.13

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ИСТОЧНИКИ ПРОТЕИНА В КАЧЕСТВЕ ЧАСТИЧНОГО ЗАМЕНИТЕЛЯ РЫБНОЙ МУКИ ДЛЯ ЛОСОСЁВЫХ КОМБИКОРМОВ

В. В. Шумак¹, Ю. А. Ярмошевич²

*¹ Доктор сельскохозяйственных наук, доцент, декан инженерного факультета,
УО «Полесский государственный университет», Пинск, Беларусь,
e-mail : vshumak@yandex.ru*

*² Аспирант кафедры технологий аквакультуры, УО «Полесский
государственный университет», Пинск, Беларусь, e-mail : himikat.rus10@mail.ru*

Реферат

В условиях современной аквакультуры при высокой концентрации рыб в выростных емкостях, когда роль естественной пищи практически сводится к нулю, резко возрастают требования к полноценности применяемых комбикормов. Основным принципом выбора рецептуры комбикормов становится их способность к наиболее полному удовлетворению пищевых потребностей рыб. Физиологические принципы кормления требуют, чтобы комбикорма содержали все без исключения компоненты питания, необходимые для нормального роста и развития организма в достаточных количествах и соотношениях.

Ключевые слова: аквакультура, аминокислотный баланс, комбикорм, лосо-сёвые, протеин, рационы питания.

PROSPECTIVE SOURCES OF PROTEIN AS A PARTIAL SUBSTITUTE OF FISH MEAL FOR SALMON COMPOUND FEED

V. V. Shumak, U. A. Yarmoshevich

Abstract

In the conditions of modern aquaculture, with a high concentration of fish in rearing tanks, when the role of natural food is practically reduced to zero, the requirements for the usefulness of the feed used are sharply increased. The main principle of choosing the compound feed formulation is their ability to meet the nutritional needs of fish to the fullest extent. The physiological principles of feeding require that the compound feed contain all the nutritional components, without exception, necessary for the normal growth and development of the body in sufficient quantities and ratios.

Keywords: aquaculture, amino acid balance, compound food, diets, protein, salmon.