

## ВЛИЯНИЕ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА ДИНАМИКУ ПРОДУКТИВНОСТИ ЛУГОВЫХ АССОЦИАЦИЙ ПОЙМЫ Р. СОЖ

**Н. М. Дайнеко**, кандидат биологических наук  
**С. Ф. Тимофеев**, кандидат сельскохозяйственных наук

Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины,  
г. Гомель, Беларусь

### Аннотация

На протяжении 11 лет оценивалась продуктивность травостоя растительных сообществ на пойменных лугах р. Сож. Убывающий ряд по продуктивности травостоя можно представить следующим образом: *Caricetum gracilis* > *Deschampsia cespitosa* > *Poo-Festucetum pratensis* > *Agrostis vinealis*. Наиболее стабильной по продуктивности является ассоциация *Caricetum gracilis*. Для оценки влияния метеофакторов на продуктивность травостоя рассчитан гидротермический коэффициент. Его значения менялись в пределах от 0,99 до 1,60. Установлены существенные корреляции между гидротермическим коэффициентом и продуктивностью растительности. Содержание радиocesия в травостое не превышало существующих нормативов.

**Ключевые слова:** гидротермический коэффициент, климат, пойменный луг, р. Сож, растительные ассоциации, продуктивность и качество травостоя.

### Abstract

**N. M. Daineko, S. F. Timofeev**

### INFLUENCE OF METEOROLOGICAL CONDITIONS ON THE DYNAMICS OF PRODUCTIVITY OF MEADOW ASSOCIATIONS IN THE SOZH RIVER FLOODPLAIN

Over the course of 11 years, the productivity of the herbage of plant communities in the floodplain meadows of the river was evaluated. Sozh. A decreasing series of herbage productivity can be represented as follows: *Caricetum gracilis* > *Deschampsia cespitosa* > *Poo-Festucetum pratensis* > *Agrostis vinealis*. The most stable in terms of productivity is the *Caricetum gracilis* association. To assess the influence of meteorological factors on the productivity of the herbage, the hydrothermal coefficient was calculated. The values of the hydrothermal coefficient varied from 0.99 to 1.60. Significant correlations between the hydrothermal coefficient and vegetation productivity have been established. The content of radiocesium in the herbage did not exceed the existing standards..

**Keywords:** hydrothermal coefficient, climate, floodplain meadow, r. Sozh, plant associations, productivity and quality of herbage.

### Введение

В настоящее время наиболее существенным фактором, влияющим на сельское хозяйство, является изменение климата. Климатические изменения в Европе (в том числе и в Беларуси) происходят быстрее, чем в среднем на планете [1]. Пространственная неоднородность изменений климата предопределяет неоднозначную реакцию растительных сообществ. По мнению ряда авторов, под влиянием потепления климата происходит «раскачка» геосистем, в процессе которой растительный покров активизирует свои адаптационные возможности [2].

С 1989 г., когда было отмечено наиболее интенсивное и продолжительное потепление климата в Беларуси, увеличилась продолжи-

тельность периода активной вегетации сельскохозяйственных культур со среднесуточной температурой воздуха выше 10 °С, что привело к изменению границ агроклиматических областей республики. В дополнение к северной, центральной и южной зонам на юге страны выделилась новая агроклиматическая область с суммой температур периода активной вегетации более 2600 °С. Вместе с тем в отдельные годы фиксируется несовпадение вегетационных периодов по срокам, а также отклонения среднемесячных и среднедекадных температур от их многолетних норм на 40–60 % [3–5].

В период потепления климата установлено некоторое увеличение среднего количества осадков в мае на востоке и юго-востоке

страны (на 10–13 мм) и их значимое снижение в июне (на 10–15 мм) в западной части и отдельных районах в северной и центральной частях Беларуси. В июле количество осадков увеличивается на значительной территории юга страны и в центральном регионе (от 15 до 35 мм). В августе отмечается рост количества осадков на севере Беларуси и их уменьшение на большей части территории, статистически значимое в северной части Гомельской обл., в южных и восточных районах Могилевской обл. (на 15 мм). В сентябре в северной и южной частях Беларуси наблюдаются статистически незначимые изменения среднего количества осадков, противоположные по знаку. В различных регионах республики в течение 1989–2019 гг. средняя температура воздуха статистически значимо растет в зависимости от месяца.

Таким образом, повышение гидротермического коэффициента Селянинова (далее – ГТК) в мае на востоке и юго-востоке страны связано с увеличением количества осадков в этих районах при почти неизменной температуре, а снижение ГТК в юго-западном регионе – с ростом температуры воздуха в этот месяц [6].

Анализ степени увлажнения территории Белорусского Полесья по гидротермическому коэффициенту показывает уменьшение его величин за период потепления, которое, несмотря на незначительное увеличение осадков, связано в первую очередь с ростом температуры и в целом говорит об увеличении засушливости территории в период активной вегетации растений [7].

Температура воздуха и количество осадков считаются для трав главными факторами произрастания. На продуктивность агрофитоценозов данного вегетационного периода влияют осадки предыдущих осени, зимы, весны и текущего лета. В связи с этим проведены изыскания по определению воздействия осадков этих периодов на продуктивность смесей трав. Наилучшие факторы для получения хорошего урожая травосмесей складываются

при количестве осадков 110–125 мм за два месяца вегетационного сезона. Если они превышают 130 мм и не достигают 70 мм, формируются отрицательные условия и уменьшается потенциальная продуктивность [8].

Важнейшим параметром качества травяных кормов является содержание радионуклидов. Это особенно актуально для оценки травостоя в условиях заливных лугов. До сих пор травяные корма, получаемые с пойменных лугов р. Сож, характеризуются радиоактивным загрязнением [9, 10]. Так, в исследованиях, проводимых в продолжение 2009–2015 гг. на аллювиальной луговой почве поймы р. Ипуть, установлено, что миграция радиоцезия из верхних слоев в низлежащие происходит медленно. В настоящее время наибольшее количество  $^{137}\text{Cs}$  находится в дернине, поэтому без применения минеральных удобрений при плотности загрязнения  $^{137}\text{Cs}$  территории  $>555$  кБк/м<sup>2</sup> невозможно получить сено, соответствующее нормативу [11].

Количество радионуклида в растениях зависит от плотности радиоактивного загрязнения, форм выпадения радионуклидов, уровня грунтовых вод и биологических особенностей растений [12, 13].

Содержание цезия-137 в растениях может снижаться за счет следующих процессов: физического распада радиоцезия, миграции на глубину, недоступную для корней растений, химического связывания минералами почвы. Наиболее существенным фактором может быть уровень грунтовых вод. Падение уровня и изменение гидрологического режима приводят к вторичным сукцессиям и трансформации существующего травостоя. В самом общем виде это можно представить как смену гигрофитов на мезофиты, далее мезоксерофиты и ксерофиты. Такая трансформация будет сказываться на содержании радиоцезия в травостое.

В связи с изложенным целью работы являлась оценка влияния метеорологических условий на многолетнюю динамику урожайности луговых ассоциаций и уровни радиоактивного загрязнения травостоя.

### Материалы и методы исследований

Объект исследований – растительные ассоциации хозяйственных типов лугов поймы р. Сож Чечерского р-на Гомельской обл.

Луга крупноосокового типа представлены ассоциацией *Caricetum gracilis* Almqvist

(Almqvist 1929) R. Тх. 1937, союза *Caricion gracilis* (Neuhaust 1959) Vab.-Tul. 1963, порядка *Magnocaricetalia Piga*. 1953, класса *Phragmito-Magnocaricetea Klika in Klika et Novak* 1941. В составе травостоя отмечены следующие

виды: осока лисья (*Carex vulpina*), вейник седеющий (*Calamagrostis canescens*), чистец болотный (*Stachys palustris*), горошек мышиный (*Vicia cracca*), авран лекарственный (*Gratiola officinalis*), подмаренник болотный (*Galium palustre*), горец земноводный (*Persicaria hydropiper*), поручейник широколистный (*Sium latifolium*), кадения сомнительная (*Kadenia dubia*), лютик ползучий (*Ranunculus repens*), вероника щитковая (*Veronica scutellata*), лютик жгучий (*Ranunculus flammula*), мятлик болотный (*Poa palustris*), лапчатка гусиная (*Potentilla anserina*), мята полевая (*Mentha arvensis*), ситник черный (*Juncus atratus*), незабудка болотная (*Myosotis palustris*), окопник лекарственный (*Symphytum officinale*), птармика обыкновенная (*Achillea ptarmica*), вероника длиннолистная (*Veronica longifolia*), калужница болотная (*Caltha palustris*). Почвы дерновые оглеенные, перегнойно-глеевые суглинистые, торфянисто- и торфяно-болотные.

В луга дернистощучкового типа (щучка дернистая) входит ассоциация *Deschampsietum cespitosae*, где доминантом является щучка дернистая (*Deschampsia cespitosa*). Также в состав ассоциации входят виды черноголовка обыкновенная (*Prunella vulgaris*), тысячелистник обыкновенный (*Achillea millefolium*), лютик жгучий (*Ranunculus acris*), жгун-корень (*Cnidium dubium*), кукушкин цвет (*Coronaria flos-cuculi*), вероника длиннолистная (*Veronica longifolia*), мятлик луговой (*Poa pratensis*), василек луговой (*Centaurea jacea*), подмаренник болотный (*Galium palustre*), щавель курчавый (*Rumex crispus*), лапчатка гусиная (*Potentilla anserina*), лютик жгучий (*Ranunculus flammula*). Почвы дерново-глеевые, суглинистые.

В луга мелкозлакового типа (полевица виноградниковая) входит ассоциация полевица виноградниковая (*Agrostietum vinealis*), субассоциация *Festucetum rubrae*, вариант *Plantago lanceolata*. Диагностические виды ассоциации: полевица виноградниковая (*Agrostis vinealis*), лапчатка серебристая (*Potentilla argentea*); Д. в. субассоциации – овсяница красная (*Festuca rubra*), тысячелистник обыкновенный (*Achillea millefolium*); д. в. варианта – подорожник ланцетолистный (*Plantago lanceolata*), клевер луговой (*Trifolium pratense*), полевица тонкая (*Agrostis tenuis*), кульбаба осенняя (*Leontodon autumnalis*), гвоздика травянка (*Dianthus deltoides*), очиток едкий (*Sedum acre*), кле-

вер ползучий (*Trifolium repens*), черноголовка обыкновенная (*Prunella vulgaris*), подорожник средний (*Plantago media*), Василек луговой (*Centaurea jacea*); д. в. класса *Festuco-Brometea* – Вероника колосистая (*Veronica spicata*). Почвы дерново-глееватые супесчаные.

В луга крупнозлакового типа (мятлик луговой + овсяница луговая) входит ассоциация *Poo – Festucetum pratensis Sapegin* 1986 союза *Festucion pratensis Sipajlova Mirkin, Shelyag et V. Solomakha* 1985, порядка *Arrhenatheretalia Pawl.* 1928, класса *Molinio-Arrhenatheretea* R. Тх. 1937 em. R. Тх. 1970. В травостое отмечены следующие виды растений: мятлик луговой (*Poa pratensis*), овсяница луговая (*Festuca pratensis*), клевер луговой (*Trifolium pratense*), подорожник ланцетолистный (*Plantago lanceolata*), осока черная (*Carex nigra*). Почвы дерново-глееватые, супесчаные и суглинистые.

Отбор растительных и почвенных проб для определения содержания <sup>137</sup>Cs в вегетационные периоды 2010–2020 гг. проводили по общепринятым методикам [14–17].

Выделение хозяйственных типов лугов осуществляли согласно [18]. Использование травостоя – одноукосное, он скашивался в фазу конца трубкования – начала колошения видов доминантов злаковых трав.

Определение содержания <sup>137</sup>Cs в почвенных пробах и растительных образцах производили на гамма-спектрометрическом комплексе *Tennelec* по МВИ. МН 3421-2010 «Методика выполнения измерений объемной и удельной активности гамма-излучающих радионуклидов на гамма-спектрометрах с полупроводниковыми детекторами».

Оценку радиоактивного загрязнения растений и возможности их безопасного использования выявляли путем сопоставления полученных результатов с нормативным показателем Республиканского допустимого уровня содержания <sup>137</sup>Cs в лекарственно-техническом сырье (РДУ/ЛТС-2004), равным 370 Бк/кг.

Удельная активность – это содержание радионуклида в единице массы, Бк/кг. Для оценки влияния количества осадков и температуры воздуха использовали ГТК, комплексный показатель увлажнения, который представляет отношение суммы осадков (*P*) за определенный период к уменьшенной в 10 раз сумме температур ( $\Sigma T$ ) выше 10 °С за тот же период.

**Результаты исследований и их обсуждение**

Для выполнения поставленных задач в 2010–2020 гг. проведен анализ количества осадков и температуры воздуха (табл. 1). Количество осадков за вегетационные периоды исследований менялось в пределах от 285 до 442 мм при среднем многолетнем значении 388 мм. Сумма температур воздуха выше 10 градусов составляла от 2726 до 3249 градусов. Кратность варьирования количества осадков между максимальными и минимальными значениями составляла 1,6, суммы температуры воздуха – 1,2 раза. Таким образом, амплитуда колебаний количества осадков существенно превышала амплитуду варьирования температуры воздуха.

Для более детальной оценки соотношения количества осадков и температуры воздуха

произведен расчет гидротермического коэффициента. Его значения составляли от 0,99 до 1,6.

Из проанализированных 11 вегетационных периодов величины ГТК в течение 5 вегетационных периодов составляли 1,22–1,25. В течение 3 периодов ГТК оказалось 0,99–1,09. Среднее значение ГТК за годы исследований составило 1,19, что означает преобладание более влажных периодов вегетации растений и относительно трех засушливых периодов. Наличие такой вариабельности ГТК позволяет более корректно оценить такие параметры, как продуктивность и качество травостоя.

Одной из задач исследований была оценка продуктивности травостоя. Установлены существенные различия по данному показателю как в целом по годам, так и в отдельные годы (рис. 1).

Таблица 1. **Динамика количества осадков и температуры воздуха по годам исследований**

Месяц	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	Средне-/многолетние
Апрель	<u>9,8</u> 14,7	<u>9,1</u> 22,6	<u>10,0</u> 35,1	<u>8,9</u> 37,0	<u>10,2</u> 16,0	<u>8,4</u> 13,2	<u>10,0</u> 53,3	<u>8,1</u> 16,9	<u>11,0</u> 19,1	<u>10,1</u> 15,7	<u>8,1</u> 7,8	<u>6,6</u> 45,0
Май	<u>17,5</u> 90,3	<u>15,4</u> 60,8	<u>16,9</u> 57,9	<u>18,1</u> 34,0	<u>16,1</u> 116,0	<u>14,9</u> 76,4	<u>15,4</u> 88,2	<u>13,4</u> 31,2	<u>18,4</u> 20,6	<u>16,4</u> 35,2	<u>11,9</u> 141,0	<u>13,9</u> 55,0
Июнь	<u>21,1</u> 35,9	<u>20,2</u> 86,3	<u>17,6</u> 114,7	<u>20,7</u> 76,0	<u>17,0</u> 74,0	<u>19,4</u> 71,5	<u>19,4</u> 46,2	<u>17,7</u> 43,5	<u>19,2</u> 67,6	<u>23,0</u> 44,3	<u>21,5</u> 54,8	<u>17,0</u> 79,0
Июль	<u>24,5</u> 125,3	<u>21,9</u> 98,6	<u>22,2</u> 111,7	<u>19,6</u> 35,0	<u>21,7</u> 65,0	<u>20,0</u> 69,3	<u>21,2</u> 54,6	<u>18,5</u> 115,2	<u>20,3</u> 186,0	<u>18,1</u> 118,6	<u>20,2</u> 53,1	<u>19,8</u> 90,0
Август	<u>23,5</u> 24,0	<u>18,8</u> 64,4	<u>19,1</u> 82,7	<u>19,1</u> 37,0	<u>19,9</u> 89,0	<u>21,1</u> 6,4	<u>19,8</u> 73,6	<u>20,3</u> 57,9	<u>20,9</u> 67,7	<u>18,5</u> 35,4	<u>20,0</u> 52,5	<u>18,7</u> 61,0
Сентябрь	<u>13,6</u> 60,0	<u>13,8</u> 22,7	<u>14,4</u> 40,2	<u>12,1</u> 77,0	<u>14,4</u> 14,0	<u>16,1</u> 48,6	<u>14,0</u> 18,4	<u>14,8</u> 28,9	<u>16,5</u> 68,5	<u>13,8</u> 52,6	<u>16,2</u> 34,7	<u>13,0</u> 58,0
Сумма осадков	350,2	335,4	442,3	296,0	374,0	285,4	334,3	293,6	399,5	301,8	343,9	388
ГТК	1,14	1,22	1,60	1,09	1,23	1,02	1,22	1,13	1,23	0,99	1,25	–

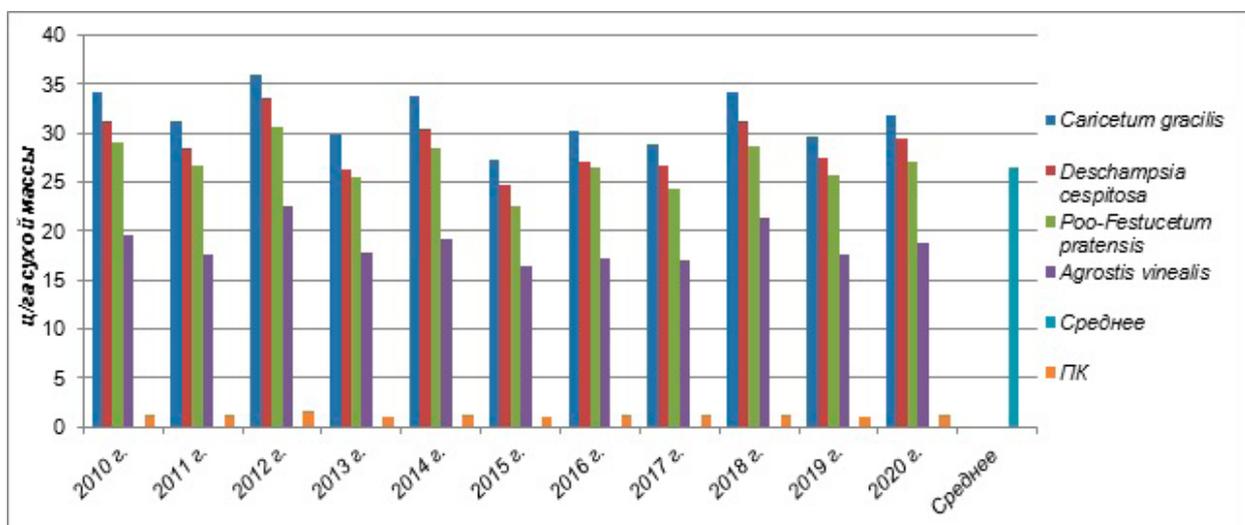


Рис. 1. Динамика урожайности луговых ассоциаций в пойме р. Сож Чечерского р-на Гомельской обл.

Убывающий ряд по продуктивности можно представить следующим образом: *Caricetum gracilis* > *Deschampsia cespitosa* > *Poo-Festucetum pratensis* > *Agrostis vinealis*.

Наиболее стабильной по продуктивности является ассоциация *Caricetum gracilis*. Так, на протяжении семи лет из одиннадцати продуктивность ассоциации была в пределах 30–36 ц/га. В течение четырех лет продуктивность варьировала от 27 до 30 ц/га.

Для ассоциации *Deschampsia cespitosa* урожайность свыше 30 ц/га наблюдалась лишь в течение 4 лет из 11. Все остальные семь лет продуктивность была на уровне 26–30 ц/га сухой массы.

Ассоциация *Poo-Festucetum pratensis* характеризуется лишь единичным превышением урожайности 30 ц/га. Шесть лет из одиннадцати характеризуются продуктивностью 25–30 ц/га.

Минимальная продуктивность установлена для травостоя *Agrostis vinealis*. За годы исследований наименьшая продуктивность

изучаемых ассоциаций была выявлена в условиях 2015 г. Проведенный анализ показывает наличие определенных взаимосвязей между продуктивностью и ГТК. В условиях 2015 г. было зафиксировано наименьшее количество осадков: 285 мм по сравнению с 388 мм по средним многолетним данным. Значение ГТК было близко к минимальным значениям и составило 1,02.

Наиболее резко реагируют на соотношения количества осадков и температур воздуха ассоциации с преобладанием злаков. Ассоциация *Agrostis vinealis* представлена на 87 % злаками и на 10 % разнотравьем, что привело к большей зависимости от количества осадков и суммы температур воздуха. В итоге была сформирована наименьшая продуктивность.

Менее всего реагировала на изменение ГТК ассоциация *Caricetum gracilis*, которая представлена на 83 % осоками (табл. 2). Это в немалой степени связано с тем, что осоки предпочитают пониженные местообитания с повышенной влажностью субстрата.

Таблица 2. Участие агроботанических групп в составе ассоциаций луговых экосистем поймы р. Сож в среднем за 2010–2020 гг., %

Названия ассоциаций	Агроботанические группы, %			
	Злаки	Осоки	Бобовые	Разнотравье
<i>Caricetum gracilis</i>	9,4	82,8	–	7,8
<i>Deschampsia cespitosa</i>	82,1	–	–	17,9
<i>Poo-Festucetum pratensis</i>	86,2	–	–	13,8
<i>Agrostis vinealis</i>	87,2	–	2,2	10,6

Ассоциации *Deschampsia cespitosa* и *Poo-Festucetum pratensis* представлены более чем на 80 % злаковыми компонентами и более чем на 10 % разнотравьем. Зависимость этих сообществ от количества осадков и хода температур менее значительна, чем у злаковых сообществ. Это в немалой степени объясняется и пониженными местообитаниями.

Одна из задач исследований – оценка взаимосвязей между ГТК и продуктивностью луговой растительности. Общепринятыми методиками являются расчет коэффициентов корреляции, детерминации и ковариации.

Коэффициент корреляции – это статистическая мера, которая вычисляет силу связи между относительными движениями двух пере-

менных. Значения коэффициента корреляции находятся в диапазоне от –1,0 до 1,0.

Регрессия в теории вероятностей и математической статистике – это зависимость среднего значения какой-либо величины от некоторой другой величины или от нескольких величин. Использован коэффициент детерминации.

Ковариация – это мера взаимодействия двух случайных переменных.

Коэффициенты корреляции варьировали в пределах от 0,75 до 0,79.

Коэффициенты детерминации, или  $r^2$ , составляли 0,65–0,75.

Коэффициенты ковариации составляли 0,24–0,34.

Данные параметры свидетельствуют о наличии сильной взаимосвязи между ГТК и продуктивностью растительности.

Важнейший параметр качества кормов – содержание радионуклида, которое зависит от удельной активности радиоцезия в почве (рис. 2). Установлены факты достоверного снижения удельной активности радиоцезия в почве с течением времени. Значения  $r^2$  по данному параметру составляли от 0,96 до 0,99.

Максимальной удельной активностью радиоцезия в почве отличается территория под ассоциацией *Poo-Festucetum pratensis*.

Минимальное значение параметра выявлено для территории под ассоциацией *Agrostis vinealis*.

Ассоциации *Caricetum gracilis* и *Deschampsietum cespitosae* занимают проме-

жуточное положение по удельной активности радиоцезия в почве среди обследованных участков.

Кратность снижения удельной активности радионуклида в почве за исследуемый период составляла 1,8–2,2 раза.

Как уже ранее отмечалось, важнейшим параметром качества корма является содержание радионуклида. Он менялся за годы исследований от 150 до 20 Бк/кг (рис. 3).

Максимальная удельная активность радиоцезия была выявлена для ассоциации *Poo-Festucetum pratensis*. Установлены факты достоверного снижения удельной радионуклида в травостое с течением времени. Значения  $r^2$  по данному параметру составляли от 0,86 до 0,99. Превышения нормативов по данному показателю не зафиксировано.

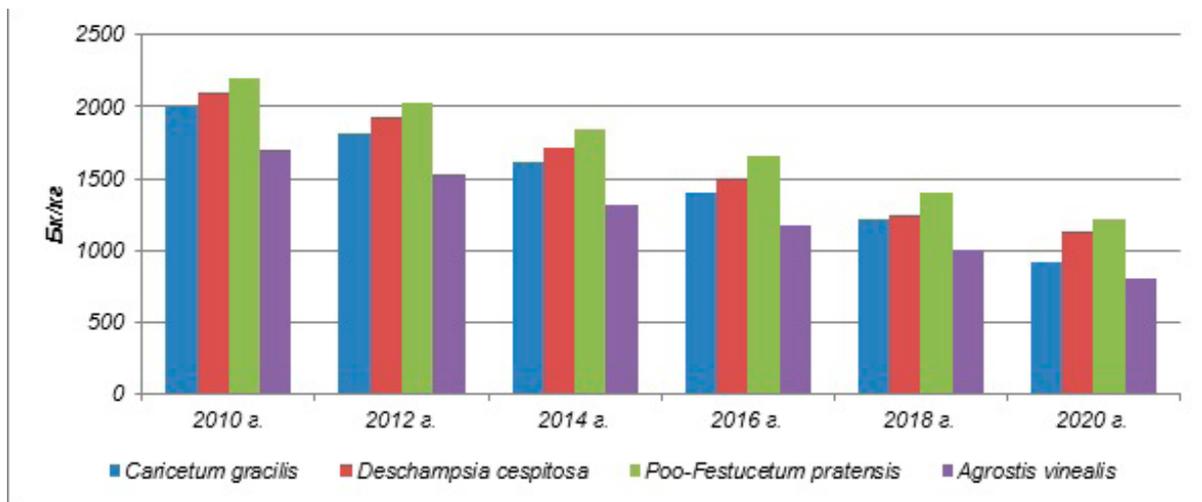


Рис. 2. Удельная активность <sup>137</sup>Cs в почве луговых сообществ в пойме р. Сож Чечерского р-на по годам исследований

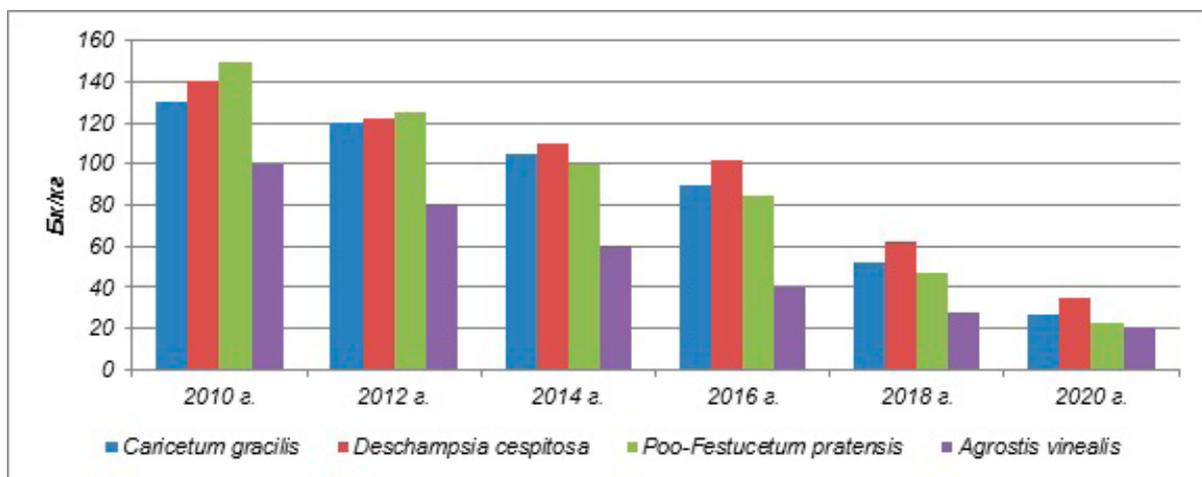


Рис. 3. Удельная активность <sup>137</sup>Cs в надземной фитомассе луговых сообществ в пойме р. Сож Чечерского р-на по годам исследований

### Заключение

На протяжении 11 лет исследований выявлены факты существенного варьирования количества осадков и температуры воздуха. В течение пятилетнего периода значения ГТК составляли около 1,22–1,25. В течение 3-летнего периода ГТК составляли 0,99–1,09. Среднее значение параметра за годы исследований составило 1,19, что означает преобладание более влажных периодов вегетации растений и относительно трех засушливых периодов. Наличие такой вариабельности ГТК позволяет более корректно оценить такие параметры, как продуктивность и качество травостоя.

В результате проведенных исследований показаны существенные различия по продуктивности травостоя изучаемых сообществ. Убывающий ряд по продуктивности ассоциаций можно представить следующим образом:

*Caricetum gracilis* > *Deschampsia cespitosa* > *Poo-Festucetum pratensis* > *Agrostis vinealis*.

Наиболее стабильной по продуктивности является ассоциация *Caricetum gracilis*. В течение семи лет из одиннадцати продуктивность ассоциации была в пределах 30–36 ц/га. Минимальная продуктивность установлена для травостоя *Agrostis vinealis*.

Анализ показывает наличие определенных взаимосвязей между продуктивностью и ГТК. Наиболее резко реагируют на соотношения количества осадков и температур воздуха ассоциации с преобладанием злаков. Менее всего отзывалась на изменение ГТК ассоциация *Caricetum gracilis*, которая была представлена на 83 % осоками. Это в немалой степени связано с тем, что осоки предпочитают пониженные местообитания с повышенной влажностью субстрата.

Ассоциация *Agrostis vinealis* представлена на 87 % злаками и на 10 % разнотравьем. Это вызвало большую зависимость от количества осадков и суммы температур воздуха, что привело к формированию наименьшей продуктивности.

Содержание радиоцезия – один из критериев оценки качества кормов. Кратность снижения удельной активности радионуклида в почве за исследуемый период составляла 1,8–2,2 раза.

Максимальная удельная активность радиоцезия была выявлена для ассоциации *Poo-Festucetum pratensis*. Установлены факты достоверного снижения удельной активности радионуклида в травостое с течением времени. Превышения нормативов по данному показателю не зафиксировано.

### Библиографический список

1. Стратегия адаптации сельского хозяйства Республики Беларусь к изменению климата [Электронный ресурс] // М-во с. х. и продовольствия Респ. Беларусь, Нац. акад. наук Респ. Беларусь. – Режим доступа: <https://minpriroda.gov.by/uploads/files/4-Minselxozprod-Strategija-adaptatsii-s-x.pdf>. – Дата доступа: 15.03.2022.
2. Голубятников, Л. Л. Влияние климатических изменений на растительный покров России / Л. Л. Голубятников // Глобальные климатические изменения: региональные эффекты, модели, прогнозы : материалы Междунар. науч.-практ. конф., Воронеж, 3–5 окт. 2019 г. : в 2 т. / Рос. фонд фундамент. исслед.; Воронеж. гос. ун-т ; под общ. ред. С. А. Куролапа, Л. М. Акимова, В. А. Дмитриевой. – Воронеж : Изд-во «Цифровая полиграфия», 2019. – Т. 2. – С. 43–47.
3. Вихров, В. И. Ретроспективные расчеты и пространственно-временная изменчивость сезонных показателей водного режима почв на территории Беларуси / В. И. Вихров. – Горки : БГСХА, 2019. – 176 с.
4. Логинов, В. Ф. Глобальные и региональные изменения климата: причины и следствия / В. Ф. Логинов. – Минск : ТетраСистемс, 2008. – 496 с.
5. Агроклиматическое зонирование территории Беларуси с учетом изменения климата в рамках разработки национальной стратегии адаптации сельского хозяйства к изменению климата в Республике Беларусь : отчет о выполнении работ в рамках Службы предоставления экспертных услуг проекта «Clima East» / В. Мельник [и др.] ; сост. и общ. ред. Н. Денисов. – Минск – Женева : Clima East, 2017. – 83 с.

6. Бровка, Ю. А. Изменение гидротермического коэффициента и повторяемости экстремальных условий увлажнения на территории Беларуси в период потепления климата / Ю. А. Бровка, И. В. Буюков // Природопользование. – 2020. – № 2. – С. 5–18.

7. Оценка влагозапасов и повторяемости почвенных засух на территории Белорусского Полесья в период современного потепления климата / В. И. Мельник, И. В. Буюков, Н. Г. Пискунович, Т. Г. Шумская // Природ. ресурсы. – 2020. – № 2. – С. 104–114.

8. Авдеев, С. М. Использование коэффициентов увлажнения в кормопроизводстве / С. М. Авдеев // Докл. ТСХА : сб. ст. / Рос. гос. аграр. ун-т – МСХА им. К. А. Тимирязева. – М., 2021. – Вып. 293, ч. IV. – С. 3–5.

9. Дайнеко, Н. М. Оценка радиоактивного загрязнения лекарственных растений луговых экосистем поймы реки Сож спустя 30 лет после катастрофы на Чернобыльской атомной станции / Н. М. Дайнеко, С. Ф. Тимофеев // Радиационная гигиена. – 2022. – Т. 15, № 1. – С. 80–87.

10. Радиоэкологические последствия аварии на Чернобыльской АЭС: биологические эффекты, миграция, реабилитация загрязненных территорий / Под ред. чл.-корр. РАН Н. И. Санжаровой и проф. С. В. Фесенко. – М. : РАН, 2018. – 278 с.

11. Применение минеральных удобрений в условиях радиоактивно загрязненного пойменного луга / Е. В. Смольский, Н. М. Белоус, В. Ф. Шаповалов, Л. П. Харкевич, С. Ф. Чесалин, К. А. Сердюкова // Агрехимия. – 2018. – № 1. – С. 87–96.

12. Дайнеко, Н. М. Анализ изменений луговых сообществ поймы р. Беседь Ветковского района / Н. М. Дайнеко, С. Ф. Тимофеев, С. В. Жадько // Изв. ГГУ имени Ф. Скорины. Сер. Естественные науки. – 2020. – № 3. – С. 40–45.

13. Дайнеко, Н. М. Состав и структура пойменных лугов бассейна р. Сож / Н. М. Дайнеко, С. Ф. Тимофеев. – Чернигов : Десна Полиграф, 2020. – 208 с.

14. Методика полевых геоботанических исследований : сб. ст. / Ботанич. ин-т акад. наук СССР. – М.-Л. : Изд-во АН СССР, 1938. – 215 с.

15. Программа и методика биогеоценологических исследований. – М. : Наука, 1974. – 404 с.

16. Радиоактивное загрязнение растительности Беларуси (в связи с аварией на Чернобыльской АЭС) / Акад. наук Беларуси, Ин-т эксперимент. ботаники им. В. Купревича; ред. В. И. Парфенов, Б. И. Якушев. – Минск : Навука і тэхніка, 1995. – 582 с.

17. Сапегин, Л. М. Хозяйственная типология пойменных лугов Белорусского Полесья / Л. М. Сапегин, Н. М. Дайнеко // Изучение и сохранение пойменных лугов : материалы Междунар. совещ., Калуга, 26–28 июня 2013 г. / Нац. парк «Угра». – Калуга : ООО «Ноосфера», 2013. – С. 53–58.

18. Определитель высших растений Беларуси : учеб. пособие для вузов / Под ред. В. И. Парфенова. – Минск : Дизайн ПРО, 1999. – 472 с.

Поступила 1 июня 2022 г.