

Е. Ф. Лейнвебер

Научно-исследовательская станция
шелководства — филиал Федерального
государственного бюджетного научного
учреждения «Северо-Кавказский
федеральный научный аграрный центр»,
Железноводск, пос. Иноземцево, Россия

✉ tutovod@mail.ru

Поступила в редакцию:
22.11.2022

Одобрена после рецензирования:
15.01.2023

Принята к публикации:
15.03.2023

Evdokiya F. Leinveber

Research Station of Sericulture — branch
of Federal state budgetary scientific
institution «The North Caucasus federal
agricultural research centre», Zheleznovodsk,
Inozemtsevo settlement, Russia

✉ tutovod@mail.ru

Received by the editorial office:
22.11.2022

Accepted in revised:
15.01.2023

Accepted for publication:
15.03.2023

Оценка сортов шелковицы по начальным фенологическим фазам как инструмент повышения продуктивности выкормок тутового шелкопряда

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Генофонд шелковицы Станции шелководства — филиала ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ» размещен на участках с различным механическим составом почв. Мониторинг и скрининг генофонда шелковицы являются приоритетными направлениями в работе станции по сохранению генколлекции и подбору сортов для выкормок тутового шелкопряда с целью совершенствования кормовой базы шелководства.

Методы. Исследования проводились на плантациях шелковицы Станции шелководства. Объект исследования: два кормовых сорта — Грузия и ПС-109, имеющие высокий потенциал продуктивности для выкормок тутового шелкопряда. Оценка сортов проведена по фенологическим фазам развития, урожаю листа шелковицы и выходу шелкопродукции, статистическая обработка данных — по методу О.В. Янцер, Е.Ю. Терентьевой, кормоиспытательные выкормки на породе Кавказ-1 — по методике А.А. Климовой.

Результаты. Представлена сравнительная характеристика по начальным фазам вегетации сортов Грузия и ПС-109, произрастающих на участках, отличающихся механическим составом почв. Установлена различная динамика развития листа у одного и того же сорта с разных участков. Математически доказано, что неравномерность развития листовой пластинки шелковицы с разных участков снижает урожай листа необходимого качества на 19,6%, шелковую продуктивность — на 28,4%. Предварительная оценка сортов по динамике начальных фаз развития шелковицы позволяет оценить объем и качество листа в довыкормочный период и обеспечить высокую продуктивность выкормок тутового шелкопряда.

Ключевые слова: коллекция, шелковица, сорт, тутовый шелкопряд, кормовая база, вегетация, фенология, урожай листа

Для цитирования: Лейнвебер Е.Ф. Оценка сортов шелковицы по начальным фенологическим фазам как инструмент повышения продуктивности выкормок тутового шелкопряда. *Аграрная наука*. 2023; 369(4): 118–122. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-369-4-118-122>

© Лейнвебер Е.Ф.

Evaluation of mulberry varieties by initial phenological phases as a tool to increase the productivity of silkworm feeders

ABSTRACT

Relevance. The mulberry gene pool of the RS of Sericulture — branch «The North Caucasus FARC», is located in areas with various mechanical composition of soils. Monitoring and screening of the mulberry gene pool is a priority in the work of the station to preserve the general collection, select varieties for feeding mulberry silkworms in order to improve the feeding base of sericulture.

Methods. The research was carried out on mulberry plantations of the Sericulture Station. The object of research: two fodder varieties — Georgia and PS-109, which have a high productivity potential for silkworm rearing. The evaluation of varieties was carried out according to the phenological phases of development, the yield of mulberry leaves and the yield of silk products, statistical data processing — according to the method of O.V. Yanzer, E.Yu. Terentyeva, forage testing on the Caucasus-1 breed — according to the method of A.A. Klimova.

Results. A comparative description of the initial vegetation phases of Gruzia and PS-109 varieties growing in areas that differ in the mechanical composition of soils is presented. Different dynamics of leaf development has been established in the same variety from different areas. It is mathematically proved that the uneven development of the mulberry leaf blade from different sites reduces the yield of the leaf of the required quality by 19.6%, silk productivity — by 28.4%. Preliminary assessment of varieties based on the dynamics of the initial phases of mulberry development makes it possible to assess the volume and quality of the sheet in the pre-feeding period and ensure high productivity of mulberry silkworm feeds.

Key words: collection, mulberry, variety, silkworm, fodder base, vegetation, phenology, leaf yield

For citation: Leinveber E.F. Evaluation of mulberry varieties by initial phenological phases as a tool to increase the productivity of silkworm feeders. *Agrarian science*. 2023; 369(4): 118–122. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-369-4-118-122> (In Russian).

© Leinveber E.F.

Введение / Introduction

В настоящее время на Станции шелководства — филиале ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ» генетическая коллекция и кормовые плантации шелковицы размещены на нескольких земельных участках, различающихся механическим составом почв. В последнее время в силу различных причин, в том числе климатических факторов [1–3], нерационально используются в кормопроизводстве многие уникальные сорта. Поэтому на данный момент мониторинг и скрининг генофонда шелковицы — приоритетные направления в работе станции по сохранению и поддержанию генетической коллекции, совершенствованию кормовой базы. Для оценки продуктивности сортов шелковицы и рационального использования в соответствии с сезонами эксплуатации, приуроченными к выкормкам тутового шелкопряда, наблюдения за шелковицей начинаются с фенологии [4].

Для объектов растительного мира закономерна ежегодная динамика фенологических циклов развития. Их наступление, как правило, обусловлено определенными сезонными явлениями в природе, прежде всего температурным режимом, имеющим зонально-климатические особенности, влияние которых отражается на разнообразии экотопов [5, 6], на них также сказывается и состав почв.

Доказательства воздействия разнообразных факторов среды на жизнедеятельность растительных сообществ представлены во многих работах [7]. Изменение климата, по мнению авторов, непосредственно влияет на функционирование экосистем в целом или отдельных их компонентов. Об этом влиянии в основном судят по отклонениям в сроках наступления фенофаз [8]. Из абиотических факторов, кроме климатических, на биоценозы действуют и эдафические [9]. Следствием эдафических влияний являются различия продуктивности растений биотопа [5, 10]. Для полной и качественной характеристики растительных комплексов разрабатываются современные подходы к изучению сезонных явлений [11], в том числе с использованием математического анализа. Предлагаемые разработки возможно использовать для организации фенологического мониторинга растительных сообществ.

Начало вегетации шелковицы напрямую связано с началом сезона выращивания тутового шелкопряда. Важным фактором является развертывание у кормовых сортов 1-го и 5-го листьев. Эти фазы развития шелковицы служат ориентиром для закладки гряды тутового шелкопряда на инкубацию [4].

В связи с вышесказанным актуальность исследования заключается в выявлении зависимости динамики развития первых листьев сортовой шелковицы от структуры почвы участков произрастания, что позволит регулировать количество и качество (кормовую ценность) листа шелковицы в периоды выкормок гусениц тутового шелкопряда, снизить дефицит кормового листа, а также повысить продуктивность выкормок.

Цель работы — оценка сортов шелковицы, произрастающей на участках, различающихся механическим составом почв, по динамике начальных фаз развития для прогнозирования объема и качества листа до начала выкормок тутового шелкопряда.

Материал и методы исследования /

Materials and method

Объект исследований: два высокопродуктивных сорта шелковицы — Грузия и ПС-109, произрастающие на разных по почвенному составу участках.

Кормовые участки шелковицы на Станции шелководства расположены у подножия горы Машук (в 5 км от Пятигорска). Данная территория относится к предгорной лесостепной зоне. Почвенный покров неоднороден, представлен предгорным выщелоченным черноземом с суглинистым и местами тяжелосуглинистым слоем. Мощность гумусных горизонтов на отдельных участках относительно высокая (А — 40 см), но содержание гумуса у поверхности низкое (до 3,0%) с зернисто-комковатой структурой, высокой водопроницаемостью и низкой влагоудерживающей способностью, реакция среды ближе к нейтральной (рН 6,8–7,2).

Исследования осуществлены в 2022 году на трех участках, характеризующихся различным механическим составом почв: участок № 1 — почва суглинистая с низкой влагоемкостью, участок № 2 — тяжелосуглинистые почвы с низкой водопроницаемостью, участок № 3 — почвы суглинистые с высокой водопроницаемостью и влагоудерживающей способностью.

Мониторинг испытываемых сортов по начальным фенологическим фазам развития растений с математическим анализом проведен по двум хозяйственно важным фазам: развертывание 1-го и 5-го листьев — по методу О.В. Янцер, Е.Ю. Терентьевой [12]. На каждом участке было отобрано по 50 растений каждого опытного сорта в трехкратной повторности. Учет развертывания листовой пластинки проведен на пяти выделенных побегах каждого опытного дерева путем подсчета количества листовых пластинок с полным их развертыванием, прошедших между. За между взяты фазы вегетации: полное развертывание 1-го и 5-го листьев на опытных побегах на одном растении.

Данные фенологических наблюдений за развитием первых листьев получены по двум датам — 26 апреля и 7 мая. Определение урожая листа проведено 13 июня (на 30-й день после появления 1-го листа, что соответствует 5-му возрасту гусениц). Учет фенологических наблюдений и определение урожая листа осуществлены по методикам А.В. Лазарева [13, 14]. Экспериментальные выкормки гусениц тутового шелкопряда с оценкой биологических показателей и показателей продуктивности проведены на районированной породе тутового шелкопряда Кавказ-1 в соответствии с методикой экспериментальных выкормок тутового шелкопряда А.А. Климова [15]. Данные результатов опыта обработаны и проанализированы методом математической статистики по методике Н.Н. Кертяшова (2018) (с использованием пакета программ Microsoft Excel).

Результаты и обсуждение /

Results and discussion

В настоящее время для выращивания тутового шелкопряда в основном используют такие коллекционные сорта шелковицы, как Грузия и ПС-109, имеющие высокий потенциал продуктивности (урожайные по листовой массе и технологичные при эксплуатации). Вышеуказанные сорта произрастают на участках с различной структурой почвы. Перечисленные сорта имеют особенности развития первых листьев, контраст наблюдается внутри сорта и зависит от участка произрастания. Скорость развертывания первых листьев влияет на динамику нарастания листовой массы и выход листа определенной зрелости, который необходим гусеницам тутового шелкопряда старших возрастов для формирования шелкопродукции.

Результаты фенологических наблюдений за сортами шелковицы Грузия и ПС-109 представлены в таблице 1.

Таблица 1. Статистические данные фенологических наблюдений за кормовыми сортами шелковицы

Table 1. Statistical data of phenological observations of feed mulberry varieties

Номер участка	Показатели по фенологическим фазам					
	Развертывание 1-го листа					
	Кол-во деревьев		Показатель существенно- сти разности, t	Кол-во деревьев		Показатель существенно- сти разности, t
	шт.	%		шт.	%	
Грузия						
№ 1	21,7 ± 3,54	43,4	3,07	16,7 ± 3,37	33,2	3,19
№ 2	14,3 ± 3,23	28,7	1,96	9,6 ± 2,81	19,2	2,63
№ 3	19,0 ± 3,47	38,0		15,3 ± 3,29	30,6	
ПС-109						
№ 1	20,0 ± 3,50	40,0	3,59	24,3 ± 3,57	48,7	2,99
№ 2	11,7 ± 3,02	23,4	2,63	17,0 ± 3,38	34,0	2,16
№ 3	17,7 ± 3,42	35,4		22,3 ± 3,55	44,6	

Таблица 2. Средний урожай листа шелковицы на опытных участках по сортам

Table 2. Average mulberry leaf yield in test areas by grade

Сорт	Средний урожай листа с одного дерева, кг			Показатель существенности разности, t	
	Участок			Сравниваемые участки	
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 1 и № 2	№ 2 и № 3
Грузия	2,147 ± 0,121	2,713 ± 0,104	2,215 ± 0,099	3,56	3,45
ПС-109	2,030 ± 0,105	2,572 ± 0,069	2,108 ± 0,112	4,30	3,54

На момент наблюдений (26 апреля) высокий процент развертывания 1-го листа отмечен у сорта Грузия, произрастающего на участке № 1, — 43,4%. Начало вегетации данного сорта на участке № 2 было сравнительно поздним относительно участков № 1 и 3, на 26 апреля лист появился лишь у 14 деревьев (28,7%). При сравнении результатов показатель существенности разности оцениваемого сорта на опытных участках № 1 и 2 равен 3,07, на участках № 2 и 3 — 1,96. Достоверность отклонения в опыте в первой комбинации (между участками № 1 и 2) выше в 1,6 раза, чем показатель пороговой существенности разности 1,96 (согласно применяемому методу при доверительном интервале 95% эта величина должна быть более или равна 1,96, лишь в этом случае различие доказано математически). Во второй комбинации, где проведено сравнение параметров между участками № 2 и 3, достоверность отклонения равна пороговой — 1,96.

Начало вегетации (развитие 1-го листа) ПС-109 отличается от соответствующих данных сорта Грузия из-за генетической предрасположенности первого к позднему сроку развития. Различия в показателях находятся в интервале 12,0–16,6%, при этом самыми низкими по сроку развертывания листа выделялись опытные деревья с участка № 2, первый лист к 26 апреля распустился всего у 11 растений, что составляет 23,4%. Достоверность опыта по сорту ПС-109 подтверждена статистически, показатель существенности разности между участ-

ками № 1 и 2 равен 3,59, а между участками № 2 и 3 — 2,63.

Данные по развертыванию 5-го листа у сорта Грузия с участков № 1 и 3 выше на 11,4–14% относительно результатов с участка № 2, а у ПС-109 — на 10,6–14,7%. Показатель существенности разности по сорту Грузия равен 3,19 между участками № 1 и 2, а между № 2 и 3 — 2,63, то есть превышают пороговый в 1,6 и 1,3 раза соответственно. Показатели сорта ПС-109 ниже при сравнении участков № 1 и 2 ($t = 2,99$), а между № 2 и 3 — $t = 2,16$, но при этом допустимое отклонение превышено в 1,5 раза.

В дальнейших исследованиях, определяя уровень влияния начальной фазы вегетации шелковицы, проведен учет урожая листа в период максимальной его потребности для выкармливания тутового шелкопряда (табл. 2).

В опытных вариантах самый высокий урожай листа в богарных условиях отмечен на участке № 2 у обоих исследуемых сортов и составляет в среднем по сорту Грузия 2,713 кг с одного дерева (кг/дер), по ПС-109 — 2,572 кг/дер. На других участках (№ 1 и 3) происходит снижение урожая листа обоих сортов, его масса относительно данных с участка № 2 в среднем ниже на 19,6%. Анализируя данные по урожаю листа между участками кормовых плантаций, определен критерий достоверности опыта, который выше теоретического ($t_{теор.} = 3,18$) во всех вариантах.

Полученные результаты подтверждают, что структура почв непосредственно влияет не только на динамику фенологических фаз развития первых листьев, но и на урожай листа. Участок № 1 с суглинистой структурой почвы характеризуется недостатком влаги, что отрицательно влияет на развитие корневой системы шелковицы, сокращает период формирования листовой пластинки и негативно отражается на объеме листовой массы (урожай листа). На участке № 2, где почва имеет тяжелосуглинистый механический состав с низкой водопроницаемостью, за счет накопления влаги зимой отмечен длительный (растянутый) период формирования листа, что способствует образованию большего количества листовой массы для выкармливания тутового шелкопряда. Участок № 3 имеет почвы суглинистые с высокой водопроницаемостью и влагоудерживающей способностью: сорта шелковицы, произрастающие на данном участке, характеризуются более высоким урожаем листа по сравнению с участком № 1, но низким в сравнении с участком № 2.

На момент учета урожая листа (13 июля) гусеницы тутового шелкопряда достигли пятого возраста. Заготавливаемый в данный период лист неоднородный: 1/3 часть массы была недозревшей или перезревшей, такой лист не используется для выкармливания старших возрастов гусениц (недозревший — из-за переизбытка протеина, перезревший — из-за недостатка воды, утолщения кутикулы и жесткости) [16].

Оценка любых биологических объектов проводится по конечному продукту. В шелководстве это урожай коконов. На результаты выкармливания тутового шелкопряда влияют многие факторы, в том числе пищевой [16–18].

Показатели выкармливания (откорма) районированной породы Кавказ-1 исследуемыми сортами шелковицы, произрастающими на участках с различным механическим составом почв, представлены в таблице 3.

Наиболее ощутимое различие в показателях по итогам выкармливания по сортам отмечено между участками № 1 и 2. Урожай коконов выше на 31,7% при выкармливании сортом Грузия, на 34,1% — ПС-109 с участка № 2 в сравнении с участком № 1. Масса шелковой оболочки выше на 48,0% (сорт Грузия), ПС-109 — на 47,8%, у обоих сортов разница в массе кокона относительно невысокая и в среднем составляет 0,13 г между участками № 1 и № 2. Существенное различие зафиксировано в жизнеспособности гусениц, показатели относительно данных с участка № 2 ниже на 5,3% в сравнении с участком № 1, что, соответственно, снижает эффективность выкармливания. Показатели выкармливания по участку № 3 (в сравнении с участком № 2) более низкие, но они выше, чем по участку № 1.

В связи с тем что в пятом возрасте идет интенсивное накопление шелка в шелкоотделительной железе тутового шелкопряда, отсутствие необходимого количества листа соответствующего качества негативно отражается на выходе шелкопродукции [17]. Таким образом, ускоренное созревание листа на исследуемых участках № 1 и 3 не способствует формированию необходимого количества корма для гусениц пятого возраста на момент наблюдений (13 июня 2022 г.).

Выводы / Conclusion

Оценивая сорта шелковицы по начальным фенологическим фазам развития, установили, что у исследуемых экотипов Грузия и ПС-109, произрастающих на разных опытных участках, наблюдаются неоднородное разветвление 1-го и 5-го листьев и наращивание листовой массы, из которых складывается урожай листа в определенный период (к сезону выкармливания тутового шелкопряда).

На участке с суглинистой структурой почвы и низкой влагоемкостью (участок № 1) происходит раннее разветвление первых листьев (1-го и 5-го), однако урожай листа низкий: 2,03 кг/дер. — у ПС-109, 2,147 кг/дер. — у сорта Грузия.

Позднее появление первых листьев наблюдается на участке с тяжелосуглинистым механическим составом

Таблица 3. Показатели выкармливания районированной породы Кавказ-1

Table 3. Indicators of feeding zoned rock Kavkaz-1

Участок	Жизнеспособность, %	Масса кокона, г	Урожай коконов с 1 га, кг	Масса шелковой оболочки с 1 га, кг
Грузия				
№ 1	90,0 ± 0,929	1,80 ± 0,046	193,69 ± 2,01	39,28 ± 0,883
№ 2	93,8 ± 0,416	1,94 ± 0,018	255,10 ± 1,165	58,13 ± 0,246
№ 3	91,7 ± 1,46	1,89 ± 0,012	203,89 ± 2,000	43,84 ± 1,444
ПС-109				
№ 1	90,4 ± 0,896	1,86 ± 0,021	183,96 ± 1,820	38,38 ± 0,392
№ 2	95,7 ± 0,462	1,98 ± 0,055	246,64 ± 1,100	56,71 ± 9,264
№ 3	92,1 ± 0,569	1,90 ± 0,15	194,62 ± 1,200	42,84 ± 0,272

почвы и низкой водопроницаемостью (участок № 2), но отмечен самый высокий урожай листа у исследуемых сортов: ПС-109 — 2,572 кг/дер., Грузия — 2,713 кг/дер.

На участке с суглинистой структурой почвы, которая имеет высокую водопроницаемость и влагоудерживающую способность (участок № 3), исследуемые сорта шелковицы характеризуются достаточно ранним разветвлением первых листьев и удовлетворительным урожаем листа: ПС-109 — 2,108 кг/дер., Грузия — 2,215 кг/дер.

Неоднородное наращивание листовой массы и неравномерный урожай листа у сортов Грузия и ПС-109, расположенных на участках с разным механическим составом почв, отрицательно сказываются на итоговых показателях выкармливания тутового шелкопряда при откорме гусениц старших возрастов в весенний сезон: при снижении урожая листа необходимого качества в среднем по сортам на 19,6% жизнеспособность тутового шелкопряда падает на 3,7%, урожай коконов — на 22,7%, масса шелковой оболочки — на 28,4%.

Полученные результаты исследований могут учитываться при планировании выкармливания тутового шелкопряда и эксплуатации кормовых плантаций шелковицы. Предварительный мониторинг (с применением математического анализа) сортов по динамике начальных фаз развития шелковицы, произрастающих на участках, различающихся механическим составом почв, позволяет спрогнозировать урожай и качество листа до начала выкармливания тутового шелкопряда и оценить шелковую продуктивность. При этом для корректировки необходимого количества и качества кормового листа рекомендуется сорта с ранним разветвлением листа эксплуатировать при ранней весенней выкармливании тутового шелкопряда, а сорта с участками, где наблюдается позднее появление листа, — для откорма гусениц в поздний весенний или летний сезон.

Автор несет ответственность за свою научную работу и представленные данные в научной статье.

The author is responsible for his scientific work and the data presented in the scientific article.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Марченко А.А., Иванов А.В. Влияние изменения климата на фенологическое развитие древесных растений в г. Уссурийске. *Проблемы региональной экологии*. 2021; (2): 5–9. <https://doi.org/10.24412/1728-323X-2021-2-5-9>
- Потапенко Н.Х. Влияние температуры воздуха на основные фазы сезонного развития шелковицы в разных климатических условиях. *Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского*. 2010; 2 (2): 453–455. eLIBRARY ID: 15529289

REFERENCES

- Marchenko A.A., Ivanov A.V. Impact of weather variation on phenological development of woody plants in Ussuriysk. *Regional Environmental Issues*. 2021; (2): 5–9. (In Russian) <https://doi.org/10.24412/1728-323X-2021-2-5-9>
- Potapenko N.Kh. Air temperature influence on the main seasonal phases of mulberry development under different climatic conditions. *Vestnik of Lobachevsky University of Nizhni Novgorod*. 2010; 2 (2): 453–455. (In Russian) eLIBRARY ID: 15529289

3. Лейнвебер Е.Ф., Евлагина Е.Г., Величко М.Ф. Фенологическая изменчивость в развитии коллекционных сортов и форм шелковицы при полувековом наблюдении. *Актуальные вопросы сельскохозяйственных наук в современных условиях развития страны. Сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции.* Санкт-Петербург. 2016; 3: 15–16.
4. Лейнвебер Е.Ф., Евлагина Е.Г. Кормовой потенциал для разнотравных выкопок тутового шелкопряда. *Наука, техника и образование.* 2019; (10): 58–62. <https://doi.org/10.24411/2312-8267-2019-11003>
5. Турчина Т.А. Феноспектр ольхи черной (*Alnus glutinosa* Gaertn.) в экотопах центральной части степной зоны европейской России. *Аридные экосистемы.* 2019; 25(1): 20–31. <https://doi.org/10.24411/1993-3916-2019-10041>
6. Тюкавина О.Н., Клевцов Д.Н., Бабич Н.А. Черты сходства динамики длины хвои по годам роста сосны обыкновенной в различных условиях произрастания. *Лесной журнал.* 2017; (1): 73–85. <https://doi.org/10.17238/issn0536-1036.2017.1.73>
7. Ivanova L.A., Yudin P.K., Ronzhina D.A., Ivanov L.A., H Izel N. Quantitative mesophyll parameters rather than whole-leaf traits predict response of C3 steppe plants to aridity. *New Phytologist.* 2018; 217(2): 558–570. <https://doi.org/10.1111/nph.14840>
8. Roslin T., Antão L., Hällfors M., Mayke E. et al. Phenological shifts of abiotic events, producers and consumers across a continent. *Nature Climate Change.* 2021; 11(3): 241–248. <https://doi.org/10.1038/s41558-020-00967-7>
9. Баширова Р.М., Ибрагимов Р.И., Мартынова-ВанКлей А., Шуралева О.В., Кудашкина Н.В. Влияние эдафических факторов на содержание флавоноидов в траве *Polygonum Aviculare* L. *Вестник Башкирского университета.* 2009; 14 (1): 72–75. eLIBRARY ID: 12418797
10. Лебедев В.М., Лебедев Е.В. Экологофизиологические особенности реакции сосны обыкновенной на уровень плодородия почвы как показатель адаптации к условиям среды. *Лесной журнал.* 2019; (6): 92–103. <https://doi.org/10.17238/issn0536-1036.2019.6.92>
11. Емельянова О.Ю., Цой М.Ф., Масалова Л.И. Фенологические наблюдения как основа формирования базы данных феноспектров древесных растений. *Овощи России.* 2020; (6): 77–84. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2020-6-77-84>
12. Янцер О.В. Применение количественных фенологических методов для изучения сезонной динамики ландшафтных геокомплексов. *Вопросы физической географии и геоэкологии Урала. Межвузовский сборник научных трудов.* Пермь. 2006; 11–33.
13. Лазарев А.В. Наблюдения и учеты в научной работе: фенологические наблюдения. Методические рекомендации по тутоводству. *Иноземцево: Росшелкстанция.* 1991; 45–51.
14. Лазарев А.В. Определение урожайности листа кормовой шелковицы. Методические рекомендации по тутоводству. *Иноземцево: Росшелкстанция.* 1991; 52–54.
15. Климова А.А. Методика проведения экспериментальных выкопок тутового шелкопряда. Методические рекомендации по шелководству. *Иноземцево: Росшелкстанция.* 1990; 14–17.
16. Джулиева Х.А., Марупов Д., Хамзаев М., Джуроев К. Влияние нормы кормления на продуктивность тутового шелкопряда. *Кишоварз.* 2015; (4): 44–46. eLIBRARY ID: 25208639
17. Салимджанов С., Изатов М., Марупов Д. Совершенствование технологии выкопки тутового шелкопряда. *Современные технологии производства экологически чистых продуктов для устойчивого развития сельского развития. Материалы международной научной конференции.* Тбилиси. 2016; 440–443.
18. Джулиева Х.А. Подбор форм и гибридов шелковицы и их влияние на продуктивность выкопок и качество коконов тутового шелкопряда в условиях Республики Таджикистан. Автореф. дисс. канд. с.-х. наук. Душанбе. 2021; 29.
3. Leinweber E.F., Evlagina E.G., Velichko M.F. Phenological variability in the development of collectible varieties and forms of mulberry under half-century observation. *Topical issues of agricultural sciences in the modern conditions of the country's development.* Collection of scientific papers on the results of the international scientific and practical conference. St. Petersburg, 2016; 3: 15–16. (In Russian)
4. Leinweber E.F., Evlagina E.G. Feeding potential for multi-season mulberry silkworm rearing. *Science, Technology and Education.* 2019; (10): 58–62. (In Russian) <https://doi.org/10.24411/2312-8267-2019-11003>
5. Turchina T.A. Phenospectrum of Black Alder (*Alnus glutinosa* Gaertn.) Plants in Ecotopes of the Central Part of Steppe Zone of European Russia. *Arid Ecosystems.* 2019; 9(1): 15–25. <https://doi.org/10.1134/S2079096119010104>
6. Tyukavina O.N., Klevtsov D.N., Babich N.A. The similarity of the needle length dynamics on an annual basis of scots pine growth in different conditions. *Russian Forestry Journal.* 2017; (1): 73–85. (In Russian) <https://doi.org/10.17238/issn0536-1036.2017.1.73>
7. Ivanova L.A., Yudin P.K., Ronzhina D.A., Ivanov L.A., H Izel N. Quantitative mesophyll parameters rather than whole-leaf traits predict response of C3 steppe plants to aridity. *New Phytologist.* 2018; 217(2): 558–570. <https://doi.org/10.1111/nph.14840>
8. Roslin T., Antão L., Hällfors M., Mayke E. et al. Phenological shifts of abiotic events, producers and consumers across a continent. *Nature Climate Change.* 2021; 11(3): 241–248. <https://doi.org/10.1038/s41558-020-00967-7>
9. Bashirova R.M., Ibragimov R.I., Martynova-VanKley A., Shuraleva O.V., Kudashkina N.V. Influence of edaphic factors on the content of flavonoids in grass *Polygonum Aviculare* L. *Bulletin of Bashkir University.* 2009; 14 (1): 72–75. (In Russian) eLIBRARY ID: 12418797
10. Lebedev V.M., Lebedev E.V. Ecological and physiological features of the scots pine reaction to the soil fertility level as an indicator of adaptation to environmental conditions. *Russian Forestry Journal.* 2019; (6): 92–103. (In Russian) <https://doi.org/10.17238/issn0536-1036.2019.6.92>
11. Emelyanova O.Yu., Tsoy M.F., Masalova L.I. The phenological observations as the basis for the formation of the database of phenological spectrums of woody plants. *Vegetable crops of Russia.* 2020; (6): 77–84. (In Russian) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2020-6-77-84>
12. Janzer O.V. Application of quantitative phenological methods to study the seasonal dynamics of landscape geocomplexes. *Questions of physical geography and geoecology of the Urals. Intercollegiate collection of scientific works.* Perm. 2006; 11–33. (In Russian)
13. Lazarev A.V. Observations and accounting in scientific work: phenological observations. Methodological recommendations on mulberry farming. *Inozemtsevo: Rosshelkstantsiya.* 1991; 45–51. (In Russian)
14. Lazarev A.V. Determination of the yield of a sheet of fodder mulberry. Methodological recommendations on mulberry farming. *Inozemtsevo: Rosshelkstantsiya.* 1991; 52–54. (In Russian)
15. Klimova A.A. Procedure for experimental feeding of silkworm. Procedural Recommendations on Sericulture. *Inozemtsevo: Rosshelkstantsiya.* 1990; 14–17. (In Russian)
16. Giulieva Kh.A., Marupov D., Khamzaev M., Dzhuraev K. Influences of feeding rate on the productivity of silkworm. *Kishovarz.* 2015; (4): 44–46. (In Russian) eLIBRARY ID: 25208639
17. Salimdzhanov S., Izatov M., Marupov D. Improving the technology of feeding silkworm. *Modern technologies for the production of environmentally friendly products for the sustainable development of rural development. Proceedings of the international scientific conference.* Tbilisi. 2016; 440–443. (In Russian)
18. Giulieva Kh.A. Selection of mulberry forms and hybrids and their influence on the productivity of feeding and the quality of silkworm cocoons in the conditions of the Republic of Tajikistan. Abstract of PhD (Agricultural Sciences) Thesis. Dushanbe. 2021; 29. (In Russian)

ОБ АВТОРАХ:

Евдокия Федотовна Лейнвебер, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, Научно-исследовательская станция шелководства — филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр», ул. Пушкина, 13, пос. Иноземцево, Ставропольский край, 357432, Россия tutovod@mail.ru <https://orcid.org/0000-0002-5284-0840>

ABOUT THE AUTHORS:

Evdokiya Fedotovna Leinveber, Candidate of agricultural sciences, senior researcher, Research Station of Sericulture – branch of Federal state budgetary scientific institution «The North Caucasus federal agricultural research centre», 13 Pushkina str., Inozemtsevo, Stavropol Territory, 357432, Russia tutovod@mail.ru <https://orcid.org/0000-0002-5284-0840>