

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕГРЕССИОННОГО АНАЛИЗА ПРИ ИЗУЧЕНИИ ВЛИЯНИЯ КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА РАЗВИТИЕ СЕЯНЦЕВ СОСНЫ В ПИТОМНИКАХ СТЕПНОЙ ЗОНЫ

¹Иозус А.П., ¹Морозова Е.В.

¹*Камышинский технологический институт (филиал) Государственного образовательного учреждения «Волгоградский государственный технический университет», г. Камышин, Россия (403874, г. Камышин, ул. Ленина, 6А) phis@kti.ru*

В степной зоне сосредоточен основной объем агролесомелиоративных работ в нашей стране. Основными лимитирующими климатическими факторами для роста растений в степной зоне являются сумма радиации, тепло и относительная влажность воздуха. В статье рассматривается влияние теплообеспеченности и относительной влажности воздуха на развитие сеянцев сосны в лесных питомниках степной зоны. Для установления закономерности влияния климатических факторов на развитие сеянцев сосны были использованы методы регрессионного анализа. В результате обработки опытных данных установлено, что зависимость между теплообеспеченностью и развитием сеянцев сосны лучше всего описывается уравнениями показательного (экспоненциального) типа. На основе уравнений такого типа построена многофакторная регрессионная модель зависимости развития сеянцев сосны от климатических факторов. Используя эти уравнения, можно прогнозировать выход органической массы сеянцев сосны в различных географических точках в зависимости от их теплообеспеченности и средней относительной влажности воздуха за вегетационный период.

Ключевые слова: сеянцы сосны, регрессионный анализ, теплообеспеченность, относительная влажность воздуха, климатические факторы, питомник.

THE USE OF THE REGRESSION ANALYSIS TO STUDY THE IMPACT OF THE CLIMATIC FACTORS ON THE DEVELOPMENT OF PINE'S SEEDLINGS IN NURSERIES OF THE STEPPE ZONE

¹Iozus A.P., ¹Morozova E.V.

¹*Reader of Kamyshin Technological Institut (branch) of Volgograd State Technical University, Kamyshin, Russia (403874, Kamyshin, Lenina Street, 6A) phis@kti.ru*

In the steppe zone is concentrated the bulk of works on agroforestry in our country. The amount of radiation, the solar heat and the relative air humidity are the main limiting climatic factors for the growth of plants in the steppe zone. The article examines the impact of the thermal conditions and relative air humidity on development of the pine's seedlings in forest nurseries of the steppe zone. The methods of regression analysis were used to establish regularities of influence of the climatic factors on the development of pine's seedlings. As a result of handling empirical data found that the relationship between the availability heat and the development of pine's seedlings is best described by equations exponential type. The multifactor regression model of dependence of the development of pine's seedlings from climatic factors was created on basis of the equations of this type The results can serve as a basis for the scientific substantiation of the yield of planting material in nurseries, depending on the geographical location of places of cultivation.

Keywords: pine's seedlings, regression analysis, solar heat, relative air humidity, climatic factors, nursery.

Необходимыми условиями жизни растений являются питательные вещества, влага, газовый состав и влажность воздуха, свет и тепло. Для сеянцев древесных пород, выращиваемых в лесных питомниках, наукой и практикой [1, 3, 4, 5] установлены оптимальные параметры большинства этих факторов, которые удовлетворяются за счет местных естественных климатических ресурсов и применения специальной агротехники.

В современных орошаемых питомниках в любых географических пунктах питательный, водный и газовый режимы являются относительно легко регулируемые

земными факторами, ни один из этих условий жизни семян не может объективно лимитировать продуктивность лесных питомников в разных географических пунктах выращивания.

Труднее поддаются регулированию космические условия роста растений – свет, тепло и относительная влажность приземистого слоя. К.А. Тимирязев [7] указывал: «...предел плодородия данной площади земли определяется не количеством удобрения, которое мы могли бы ей доставить, не количеством влаги, которую мы ее оросим, а количеством световой энергии, которую посылает на данную поверхность солнце».

От количества световой энергии, как известно, зависят теплообеспеченность и в большой степени относительная влажность воздуха приземного слоя почвы, которые определяют возможный предел продуктивности питомников в географическом аспекте.

Рассмотрим влияние этих факторов на продуктивность лесных питомников в степной зоне, в которой сосредоточен основной объем агролесомелиоративных работ в нашей стране.

Степная зона России простирается длинной, сравнительно узкой полосой от западной границы страны до предгорий Алтая на востоке, в связи с этим изменения основных составляющих климата: радиационный баланс, сумма активных температур, длина вегетационного периода – более контрастно выражены в направлении с запада на восток, чем с севера на юг. Фотосинтетически активной радиации в пределах степи достаточно для развития полевых культур. Таким образом, основными лимитирующими факторами для роста растений в степной зоне являются сумма радиации, тепло и относительная влажность воздуха.

Имеющиеся литературные данные [1, 3, 5] показали, что сеянцам каждой породы, независимо от мест выращивания для прохождения биологических циклов роста и развития за вегетационный период, нужна определенная, биологически необходимая сумма температур, складывающаяся из среднесуточных температур больше $+10^{\circ}\text{C}$ за период от начала появления всходов до закладки верхушечной почки. Для однолетних сеянцев сосны она ориентировочно равна $3000 - 3100^{\circ}$, вяза обыкновенного – $2900 - 3000^{\circ}$, березы – $2600 - 2700^{\circ}$, ясеня зеленого – $1600 - 1700^{\circ}$ и т. д. Из этого следует, что биологические возможности сеянцев древесных пород могут быть полностью использованы с получением максимальной массы в географических районах, достаточно обеспеченных тепловыми ресурсами. Там же, где теплообеспеченность местности ниже биологической потребности, однолетние сеянцы древесных пород преждевременно закладывают верхушечные почки и заканчивают рост, не достигая биологически возможной величины. В таких районах обосновано применение теплиц с полиэтиленовым покрытием для искусственного удлинения вегетационного периода.

Вторым важным фактором, определяющим возможный рост древесных растений в питомниках, является относительная влажность воздуха. О влиянии роли этого метеорологического элемента на фотосинтез указывал К. А. Тимирязев [7]. Установлено, что относительная влажность оказывает влияние на рост растений в сочетании с температурой. Так, при низкой относительной влажности и температуре 20 – 25°С наступает депрессия фотосинтеза, в то время как при высокой относительной влажности (70 – 90%) депрессия наступает лишь при температуре 40 – 45°С.

В задачу исследований входило изучение зависимости роста сеянцев от двух климатических факторов – температуры и относительной влажности мест выращивания.

Для этой цели был проведен посев семян сосны обыкновенной в двух географических пунктах степной зоны – в Шахматовском опытно-производственном лесопитомнике Оренбургской области и питомнике ВНИАЛМИ (г. Камышин).

Обыкновенные черноземы Шахматовского питомника имеют легкий механический состав, содержат 4 – 5% гумуса. Средняя многолетняя температура воздуха составляет 5°С, среднемноголетнее количество осадков в год – 315 мм, относительная влажность воздуха за вегетационный период (май – октябрь) – 61%, сумма температур выше 10°С – около 2500°С, радиационный баланс – 43,7 ккал/см² в год.

Опытный питомник ВНИАЛМИ представляет собой искусственно построенный участок для выращивания сеянцев в бетонированных грядках, заполненных плодородным растительным грунтом светло-каштанового типа легкого механического состава, содержащим около 3% гумуса. Среднемноголетняя температура воздуха составляет +7,6° С, количество осадков 318 мм, относительная влажность воздуха за период вегетации (май – октябрь) – 52%, сумма температур выше +10° – около 3300°, радиационный баланс – 50,1 ккал/см² в год.

Агротехника выращивания сеянцев сосны в обоих пунктах не имела отличий. Она включала посев одной партией семян с одинаковой нормой, схемой и нагрузкой сеянцев на единицу площади, подкормку и полив в объеме рекомендуемого оптимума.

На опытных участках ежемесячно определяли сухую массу сеянцев. Биометрические исследования сопровождались анализом температур и относительной влажности воздуха за период выращивания (таблица 1).

Таблица 1

Сухая масса сеянцев сосны в сезонном цикле в зависимости от климатических условий
пунктов выращивания

месяц	с. Шахматовка			г. Камышин		
	Сумма температур выше 10 ⁰ С	Относительная влажность воздуха, %	Сухая масса 10 семян, г.	Сумма температур выше 10 ⁰ С	Относительная влажность воздуха, %	Сухая масса 10 семян, г.
V	390	52	0,15	446	62	0,22
VI	853	74	0,34	953	64	0,44
VII	1450	74	0,62	1625	58	1,34
VIII	1991	63	2,11	2282	50	3,23
IX	2310	63	3,15	2757	63	6,78
среднее	1399	65	1,27	1612,6	59	2,4

В результате обработки опытных данных известными методами математической статистики [2, 6] установлено, что зависимость прироста сухой массы сосны от теплообеспеченности мест выращивания лучше всего (с достоверностью аппроксимации $R > 0,99$) описывается уравнением экспоненциального типа (рисунок 1):

$$y = A \cdot e^{kT}, \quad (1)$$

где y – масса семян; A – свободный член; k – коэффициент;

T – сумма температур больше +10⁰С за период выращивания.

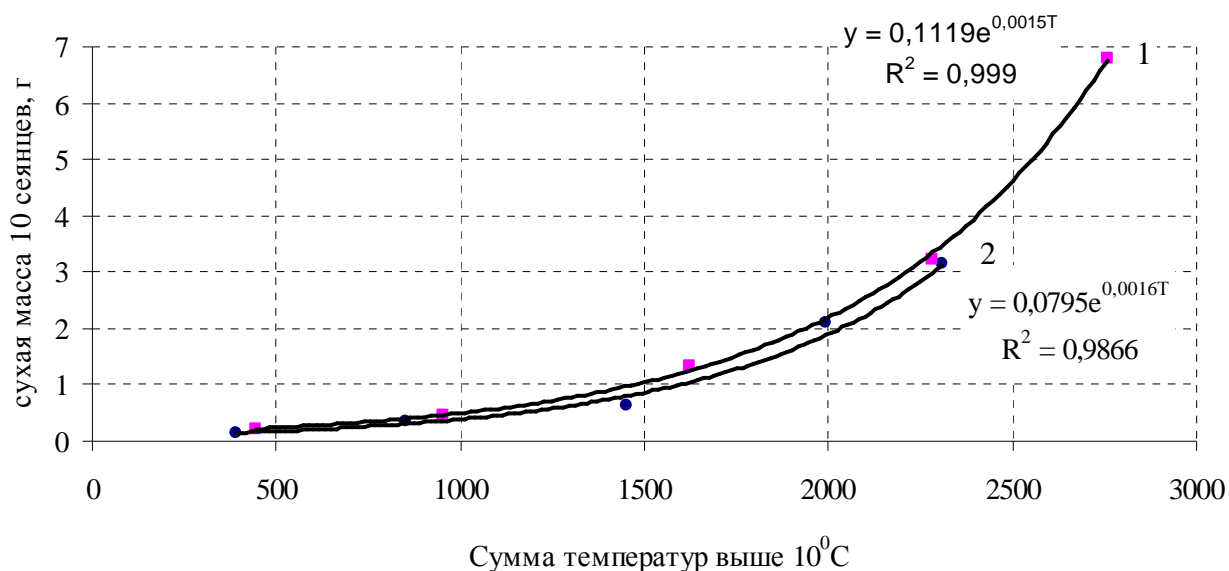


Рис. 1. Диаграмма рассеяния и уравнение регрессии, описывающее зависимость сухой массы семян сосны от теплообеспеченности (с коэффициентом детерминации R^2): 1 – г.

Камышин, 2 – с. Шахматовка

Для каждого варианта опыта коэффициенты для уравнений зависимости массы от фактической теплообеспеченности вычислили методом наименьших квадратов [2].

Расчеты подтверждают тесную корреляционную связь роста сухой массы семян сосны от теплообеспеченности (корреляционное отношение 0,99 – 1,0).

Графики накопления сухой массы у семян сосны по каждому варианту выращивания (рисунок 1) показывают, что при одной и той же температуре прирост органической массы семян в питомнике ВНИАЛМИ отличается по сравнению с Шахматовским питомником. Можно предположить, что это объясняется влиянием относительной влажности воздуха.

Учитывая фактор влажности воздуха, путем изменения в уравнении (1) коэффициента k и свободного члена A , функционально с ним связанных, получим общее уравнение зависимости органической массы семян от двух трудноуправляемых климатических факторов – суммы температур выше $+10^{\circ}\text{C}$ и относительной влажности воздуха пунктов выращивания. Уравнение (1) путем логарифмирования обеих его частей было преобразовано к виду:

$$\ln y = \tilde{A}(w) + k(w)T, \quad (2)$$

где y – масса семян; $\tilde{A}(w)$, $k(w)$ – функции, зависящие от относительной влажности воздуха; T – сумма температур больше $+10^{\circ}\text{C}$ за период выращивания.

В результате расчетов методами регрессионного анализа [2] получили уравнение прироста органической массы семян сосны

$$\ln y = (3,57 - 0,421w) + 10^{-4}(9,0 + 1,1w)T, \quad (3)$$

где y – прирост массы семян сосны; w – средняя относительная влажность воздуха за вегетационный период; T – сумма температур выше $+10^{\circ}\text{C}$ за вегетационный период.

Используя полученные уравнения, можно прогнозировать выход органической массы семян сосны в различных географических точках в зависимости от их теплообеспеченности и средней относительной влажности воздуха за вегетационный период. Исследованиями установлено, что выход стандартных семян при одной и той же массе их на единице площади находится в большой зависимости от густоты растений, т. е. величины площади питания. Для сосны, например, 75% стандартного посадочного материала можно получить при густоте 2 млн. шт. на 1 га питомника. При такой густоте посадки построенные уравнения регрессии должны быть справедливы для орошаемых питомников степной зоны (таблица 2).

Таблица 2

Продуктивность однолетних семян сосны в разных географических пунктах

Пункты выращивания	Сумма температур выше +10 ⁰ С	Средняя относительная влажность воздуха за вегетационный период	Продуктивность сухой массы, ц/га
Актюбинск	2740	52	17,5
Волгоград	3300	52	28,5
Камышин	3120	53	18
Куйбышев	2600	60	15,5
Оренбург	2590	56	11,8
Павлодар	2450	59	12,5
Ростов	3200	56	32
Саратов	2870	55	18
Уральск	2820	55	16
Целиноград	2290	58	8

Выводы

При высокой агротехнике выращивания сеянцев в открытом грунте основными факторами, лимитирующими продуктивность питомников в различных географических районах, являются сумма активных температур и относительная влажность воздуха.

Установленные математические связи прироста органической массы сеянцев сосны от основных климатических факторов теплообеспеченности и относительной влажности воздуха позволили построить уравнения выхода посадочного материала в зависимости от этих климатических факторов.

Полученные результаты могут служить основой для научного обоснования выхода посадочного материала в питомниках в зависимости от географического положения мест выращивания.

Список литературы

1. Байтулин И.О. Создание лесного питомника и технология выращивания посадочного материала. – Костанай: Костанайполиграфия, 2009. – 48 с.
2. Дрейпер Н., Смит Г. Прикладной регрессионный анализ. М.: Издательский дом «Вильямс», 2007. – 366 с.
3. Маттис Г.Я. Интенсификация выращивания посадочного материала для защитного лесоразведения. – М.: Лесная промышленность, 1976. – 144 с.
4. Новосельцева А. И., Смирнов Н. А. Справочник по лесным питомникам. –М.: Лесная промышленность, 1983. – 280 с

5. Редько Г.И., Огиевский Д.В., Наквасина Е.Н. и др. Биоэкологические основы выращивания сеянцев сосны и ели в питомниках. – М.: Лесная промышленность, 1983. – 64 с.
6. Стрижов В.В., Крымова Е.А. Методы выбора регрессионных моделей. М.: ВЦ РАН, 2010. 60 с.
7. Тимирязев К.А. Избранные сочинения по хлорофиллу и усвоению света растением. – М.: Издательство Академии наук СССР, 1948. – 360 с.

Рецензенты:

Васильев Ю.И., д.с.-х.н., профессор, главный научный сотрудник Всероссийского НИИ агролесомелиорации Российской академии наук, г. Волгоград;

Рулев А.С., д.с.-х.н., заместитель директора по науке Всероссийского НИИ агролесомелиорации Российской академии наук, г. Волгоград.