УДК 634.965.2:634.93

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕГРЕССИОННОГО АНАЛИЗА ПРИ ИЗУЧЕНИИ ВЛИЯНИЯ ТЕПЛООБЕСПЕЧЕННОСТИ НА РОСТ И РАЗВИТИЕ СЕЯНЦЕВ ВЯЗА В ЛЕСНЫХ ПИТОМНИКАХ

Морозова Е.В., Иозус А.П.

Камышинский технологический институт (филиал) ГОУ «Волгоградский государственный технический университет», Камышин, e-mail: phis@kti.ru

В степной зоне сосредоточен основной объем агролесомелиоративных работ в нашей стране. Одним из основных лимитирующих климатических факторов для роста и развития растений в степной зоне является теплообеспеченность. В статье рассматривается влияние теплообеспеченности на рост и развитие сеянцев вяза в лесных питомниках степной зоны. Для установления закономерности влияния теплообеспеченности на развитие сеянцев вяза были использованы методы регрессионного анализа. В результате обработки опытных данных установлено, что зависимость между теплообеспеченностью и развитием сеянцев вяза лучше всего описывается уравнениями показательного (экспоненциального) типа, а зависимость между теплообеспеченностью и высотой сеянцев вяза лучше всего описывается линейными уравнениями. На основе уравнений этих типов построены уравнения зависимости роста и развития сеянцев вяза от теплообеспеченности. Полученные результаты могут служить основой для научного обоснования выхода посадочного материала в питомниках в зависимости от географического положения мест выращивания.

Ключевые слова: сеянцы, вяз, регрессионный анализ, теплообеспеченность, рост, развитие, питомник

THE USE OF THE REGRESSION ANALYSIS TO STUDY THE IMPACT OF SOLAR HEAT ON THE GROWTH AND DEVELOPMENT OF ELM'S SEEDLINGS IN FOREST NURSERIES

Morozova E.V., Iozus A.P.

Reader of Kamyshin Tecnological Institut (branch) of Volgograd State Technical University, Kamyshin, e-mail: phis@kti.ru

In the steppe zone is concentrated the bulk of works on agroforestry in our country. The solar heat is one of the main limiting climatic factors for the growth and development of plants in the steppe zone. The article examines the impact of the thermal conditions on growth and development of the elm's seedlings in forest nurseries of steppe zone. The methods of regression analysis were used to establish regularities of influence of solar heat on elm's seedlings. As a result of handling empirical data found that the relationship between the availability heat and the development of elm's seedlings is best described by equations exponential type, and the correlation between heat availability and height of elm's seedlings is best described by linear equations. The equations of the depending growth and development of elm's seedlings from solar heat is drawn up on the basis of equations of these types. 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: seedlings, elm, regression analysis, solar heat, growth, development, 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] 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 регулируемыми земными факторами, ни одно из этих условий жизни сеянцев 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 [6] указывал: «...предел плодородия данной площади земли определяется не количеством удобрения, которое мы могли бы ей доставить, не количеством влаги, которою 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 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, 4] показали, что сеянцам каждой породы, независимо от мест выращивания для прохождения биологических циклов роста и развития за вегетационный период, нужна определенная, биологически потребная сумма температур, складывающаяся из среднесуточных температур больше +10°С за период от начала появления всходов до закладки верхушечной почки. Для однолетних сеянцев сосны она ориентировочно равна 3000–3100°, вяза обыкновенного – 2900–3000°, березы – 2600–2700°, ясеня зеленого – 1600–1700° 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.

В задачу исследований входило изучение зависимости роста сеянцев вяза от теплообеспеченности мест выращивания.

Для этой цели был проведен посев семян вяза приземистого 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°, радиационный баланс – 43,7 ккал/см^2 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 °С– около 3300°, радиационный баланс – 50,1 ккал/см^2 в год.

Агротехника выращивания сеянцев вяза 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 и высоту сеянцев. Биометрические исследования сопровождались анализом температур за период выращивания (табл. 1).

Таблица 1

Сухая масса и высота сеянцев вяза приземистого в сезонном цикле в зависимости от теплообеспеченности пунктов выращивания

Месяц	с. Шахматовка			г. Камышин		
	Сумма температур выше 10 °С	Сухая масса 10 сеянцев, г	Высота, см	Сумма температур выше 10 °С	Сухая масса 10 сеянцев, г	Высота, см
V	390	0,1	1,4	446	3,1	4,2
VI	853	1,6	6,9	953	9,0	12,2
VII	1450	4,4	11,2	1625	14,7	24,5
VIII	1991	11,4	20,2	2282	26,0	32,2
IX	2310	23,4	24,2	2757	32,2	36,8
Среднее	1399	8,18		1691	17	

Для установления зависимости высоты и сухой массы сеянцев вяза приземистого от теплообеспеченности рассмотрели основные виды уравнений парной регрессии: линейное, экспоненциальное и логарифмическое (табл. 2). Для каждого варианта

опыта коэффициенты для уравнений зависимости массы и высоты сеянцев от фактической теплообеспеченности вычислили методом наименьших квадратов [2, 5].

Таблица 2

Уравнения зависимости динамики роста и развития сеянцев вяза приземистого от суммы температур выше +10 °С (Т)

Показатель (y)	Вид уравнения регрессии	с. Шахматовка		г. Камышин	
		Уравнение	Коэффициент детерминации R^2	Уравнение	Коэффициент детерминации R^2
Сухая масса, г.	линейное	$y = 0{,}0109T - 7{,}1135$	0,8187	$y = 0{,}0126T - 3{,}3659$	0,9866
	логарифмическое	$y = 10{,}585\ln T - 66{,}629$	0,6443	$y = 15{,}378\ln T - 93{,}746$	0,8922
	экспоненциальное	$y = 0{,}0768e^{0{,}0026T}$	0,9215	$y = 2{,}7134e^{0{,}001T}$	0,9375
Высота, см	линейное	$y = 0{,}0118T - 3{,}6801$	0,983	$y = 0{,}0144T - 1{,}1729$	0,9871
	логарифмическое	$y = 12{,}265\ln T - 73{,}899$	0,8966	$y = 18{,}229\ln T - 109{,}3$	0,9704
	экспоненциальное	$y = 0{,}0768e^{0{,}0026T}$	0,9215	$y = 4{,}0798e^{0{,}0009T}$	0,8806

В результате обработки опытных данных установлено, что зависимость прироста сухой массы вяза от теплообеспеченности мест выращивания лучше всего (с достоверностью аппроксимации $R > 0{,}96$) описывается уравнением экспоненциального типа (табл. 2, рис. 1)

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

где y – масса сеянцев; A – свободный член; k – коэффициент; T – сумма температур больше +10 °С за период выращивания.

Зависимость же высоты сеянцев вяза от теплообеспеченности мест выращивания лучше всего (с достоверностью аппроксимации $R > 0{,}99$) описывается уравнением линейного типа (табл. 2, рис. 2)

$$y = kT + b, \qquad (2)$$

где y – высота сеянцев; b – свободный член; k – коэффициент; Т – сумма температур больше +10 °С за период выращивания.

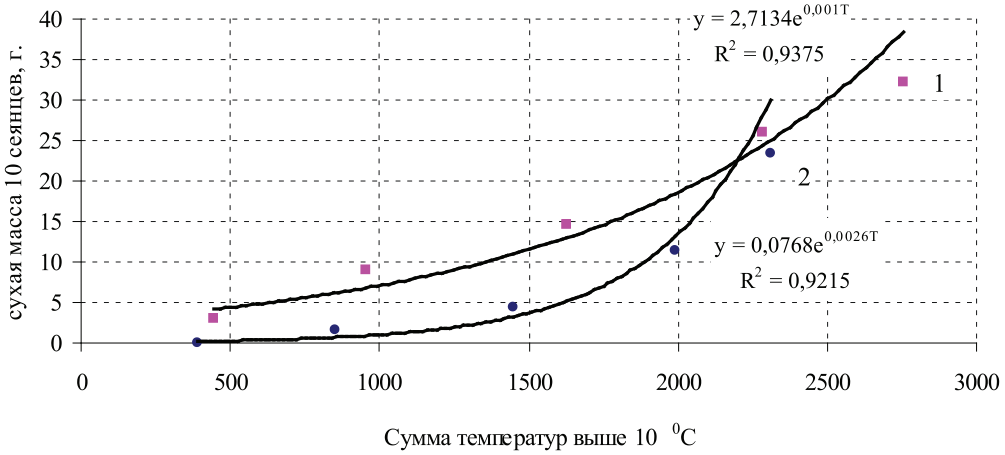

Рис. 1. Диаграмма рассеяния и уравнение регрессии (с коэффициентом детерминации R^2), описывающее зависимость сухой массы сеянцев вяза от теплообеспеченности: 1 – г. Камышин; 2 – с. Шахматовка

Расчеты подтверждают тесную корреляционную связь роста сухой массы и высоты сеянцев вяза от температуры (корреляционное отношение 0,96–1,0).

Исследованиями установлено, что выход стандартных сеянцев при одной и той же массе их на единице площади находится в большой зависимости от густоты растений, т.е. величины площади питания. Для вяза, например, 75 % стандартного посадочного материала можно получить при густоте 600 шт. на 1 га пи-

томника. При такой густоте посадки построенные уравнения регрессии должны быть справедливы для орошаемых лесных питомников.

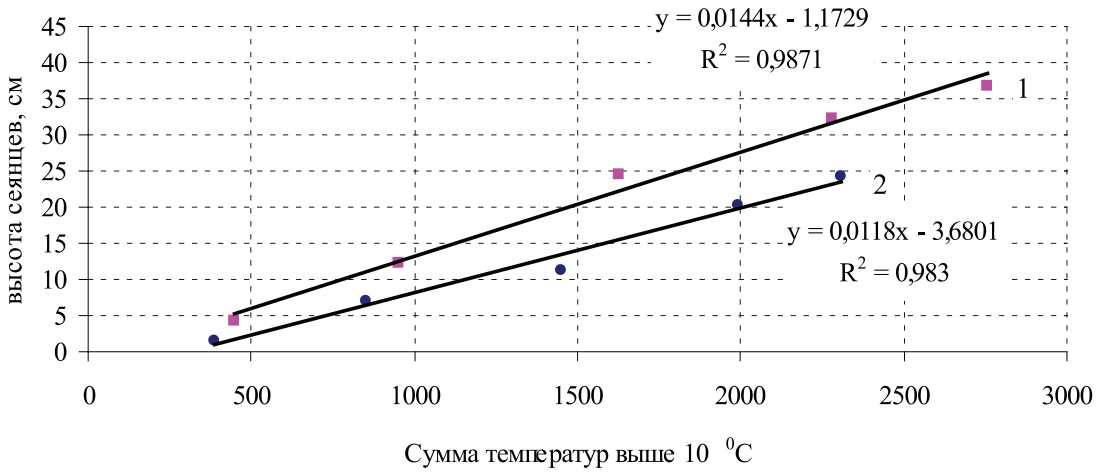

Рис. 2. Диаграмма рассеяния и уравнение регрессии (с коэффициентом детерминации R^2), описывающее зависимость роста сеянцев вяза от теплообеспеченности: 1 – г. Камышин, 2 – с. Шахматовка

Выводы

При высокой агротехнике выращивания сеянцев в открытом грунте одним из основных факторов, лимитирующих продуктивность питомников в различных географических районах, является сумма активных температур.

Установленные математические связи прироста органической массы сеянцев вяза от теплообеспеченности позволили построить уравнения выхода посадочного материала в зависимости от суммы активных температур.

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. Стрижов В.В., Крымова Е.А. Методы выбора регрессионных моделей. – М.: ВЦ РАН, 2010. 60 с.

6. Тимирязев К.А. Избранные сочинения по хлорофиллу и усвоению света растением. М.: Издательство Академии наук СССР, 1948. 360 с.

References

1. Bajtulin I.O. Sozdanie lesnogo pitomnika i tehnologija vyrashhivanija posadochnogo materiala. Kostanaj: Kostanajpoligrafija, 2009. 48 p.

2. Drejper N., Smit G. Prikladnoj regressionnyj analiz. M.: Izdatel'skij dom «Vil'jams», 2007. 366 p.

3. Mattis G.Ja. Intensifikacija vyrashhivanija posadochnogo materiala dlja zashhitnogo lesorazvedenija. M.: Lesnaja promyshlennost', 1976. 144 p.

4. Novosel'ceva A.I., Smirnov N.A. Spravochnik po lesnym pitomnikam. M.: Lesnaja promyshlennost', 1983. 280 p.

5. Strizhov V.V., Krymova E.A. Metody vybora regressionnyh modelej. M.: VC RAN, 2010. 60 s.

6. Timirjazev K.A. Izbrannye sochinenija po hlorofillu i usvoeniju sveta rasteniem. M.: Izdatel'stvo Akademii nauk SSSR, 1948. 360 p.

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.

Работа поступила в редакцию 06.11.2014.