



УДК 631.445.53:633.2

В.С. Курсакова

РЕГИОНАЛЬНЫЕ МОДЕЛИ ПЛОДРОДИЯ МЕЛИОРИРОВАННЫХ СОЛОНЦОВ И ПУТИ ВОСПРОИЗВОДСТВА ИХ ПЛОДРОДИЯ

Ключевые слова: плодородие, солонцы, модели, урожайность, засоление, солевой горизонт, капиллярная кайма, мелиорация.

Введение

На современном этапе решение проблемы повышения плодородия мелиорированных солонцовых комплексов невозможно без использования принципов моделирования как наиболее эффективной формы интеграции базовых основ научного почвоведения и информационно-математических методов.

При разработке моделей плодородия почв главным критерием их оптимальности служит продуктивность агроценозов, они должны соответствовать определенным сельскохозяйственным культурам или группам культур.

В степной зоне Предалтайской провинции на территории Алтайского края вследствие огромной распаханности территории и невозможности экстенсивной формы ведения хозяйства засоленные почвы являются огромным резервом для создания и укрепления кормовой базы животноводства и решения проблемы обеспечения населения продуктами питания. Поэтому разработка региональных моделей плодородия засоленных почв для разных культур имеет огромное практическое и теоретическое значение. Модели плодородия служат теоретической основой для разработки и обоснования приемов мелиорации и путей рационального использования мелиорированных солонцовых почв и засоленных угодий и прогнозирования урожайности возделываемых на них полевых и кормовых культур.

Кормовые угодья в степной зоне расположены в основном на сложных солонцово-солончаковых комплексах, основными компонентами которых являются солонцы луговые хлоридно-сульфатного типа засоления, отличающиеся низким плодородием. Использование их в сельскохозяйственном производстве невозможно без коренного улучшения их свойств. Наиболее эффективным приемом их мелиорации является глубокая отвальная обработка на глубину 27-32 см, обеспечивающая создание мощного однородного пахотного слоя, что эф-

фективно улучшает их водный и пищевой режимы [1].

Для обеспечения мелиоративного эффекта солонцовых почв и повышения их плодородия необходимо высевать наиболее урожайные соле- и солонцеустойчивые растения, что позволило бы получать довольно высокие урожаи кормовых и полевых культур.

Уровень урожайности растений зависит от многих факторов: почвенных, климатических, технологических и других. Наиболее регулируемы являются почвенные факторы на фоне единой технологии обработки почв. Поэтому цель наших исследований заключалась в выделении основных свойств почв солонцовых комплексов, обуславливающих тот или иной уровень урожайности ряда наиболее ценных полевых и кормовых культур и разработке моделей их плодородия. Для решения этого вопроса необходимо установить параметры почвенных свойств, обеспечивающие определенный уровень урожайности, что позволит прогнозировать урожайность культур на основе имеющихся данных о почвенных свойствах.

Объекты и методы

В основу своих исследований положили метод информационно-логического анализа, позволяющий анализировать почвенные свойства в их взаимосвязи и дающий возможность построения математических моделей урожайности растений [2].

Полевые исследования проведены на территории землепользования хозяйства «Гуселетовский» Романовского района Алтайского края, в подзоне засушливой колочной степи на черноземах южных террасированных склонов Касмалинской ложбины древнего стока, преимущественно на комплексе солонцов луговых малонатриевых хлоридно-сульфатного засоления.

В почвенном покрове комплекса представлены солонцы корковые, мелкие, средние и черноземно-луговая солонцеватая почва. Солонцы корковые занимают небольшую площадь комплекса, около 5%. Основная часть, около 70%, приходится на долю мелких и средних солонцов. Солонцы корковые занимают микроповышения, микрозападины заняты черноземно-луговыми

почвами. На склонах микрорельефа располагаются солонцы мелкие, средние и глубокие. Солонцы корковые наиболее засолены, многонариевые, с содержанием обменного натрия в горизонте В₁ до 81-85%, величинной рН пахотного слоя 8,5-8,6, малогумусные. Солонцы мелкие и средние – малонариевые, остаточные, содержание обменного натрия не превышает 10%, рН 7,2-8,3; содержание гумуса в горизонте А достигает 5% и более.

В течение нескольких лет изучали влияние ряда морфологических, физико-химических и химических свойств почв комплекса на урожайность различных многолетних трав и однолетних культур: регнерии волокнистой, ломкоколосника ситникового, ячменя ярового «Черниговский», пшеницы «Вега» и др.

Урожайность многолетних трав учитывали на втором-третьем годах их жизни в период цветения, полевых культур – в период созревания зерна. Сопряженно с учетом урожая отбирали почвенные образцы по слоям 0-20 см, 20-50 см, 50-100 см, описывали морфологические свойства почв в каждой точке учета, в основные фазы развития растений учитывали влажность почв до глубины 1 м через 10 см.

В почвенных образцах определяли содержание и состав заселяющих ионов по данным водной вытяжки, реакцию среды (рН), содержание общего гумуса, валовых форм азота и фосфора общепринятыми методами анализов, содержание обменного натрия по методу Пфедффера в модификации Молодцова и Игнатовой. Степень связи урожайности культур с изучаемыми почвенными факторами устанавливали по коэффициенту эффективности передачи информации (К) в каналах связи. Чем выше значение К, тем более тесная связь между факторами и явлением [2].

Результаты и их обсуждение

Результаты влияния морфологических показателей солонцовых почв на урожайность многолетних трав и однолетних культур представлены в таблице 1.

Анализ данных таблицы 1 показывает, что урожайность всех культур на солонцо-

вых почвах в большей мере зависит от глубины залегания солевого горизонта и капиллярной каймы. Эти морфологические показатели являются определяющими в формировании засоленных солонцовых почв и, по мнению большинства исследователей, ограничивающими рост растений на них.

Для злаковых многолетних трав: регнерии волокнистой, ломкоколосника ситникового, а также для однолетних культур важное значение имеют также мощность гумусового горизонта или всей почвы как интегральные показатели потенциального плодородия этих почв, обеспечивающие их пищевой режим.

При анализе зависимости урожайности от химических и физико-химических параметров почв оказалось, что степень их связи не одинакова, что обусловлено, по-видимому, разной биологией культур (табл. 2).

Зависимость урожая ломкоколосника ситникового от засоления не высокая и отмечена лишь для нижнего более засоленного слоя почвы 50-100 см. Это обусловлено его высокой соле- и солонцеустойчивостью [3, 4]. Урожайность ломкоколосника определяется запасами гумуса в пахотном слое и содержанием обменного натрия. Коэффициенты К наиболее высокие.

Регнерия волокнистая менее солеустойчива, поэтому ее урожайность ограничивается в первую очередь суммой токсичных солей и, особенно, ионами сульфата и натрия в пахотном слое, а также содержанием обменного натрия в слое 0-20 см и запасами влаги в метровом слое. Урожайность однолетних культур – ячменя ярового и пшеницы яровой, ограничивается засолением ионами натрия верхнего полуметрового слоя почв. Урожайность ячменя в сильной степени зависит и от содержания обменного натрия и запасов влаги в пахотном слое в фазу созревания. А урожайность пшеницы лимитируется также недостатком влаги и щелочностью почвенного раствора (рН). Однако для пшеницы «Вега» главными факторами, определяющими ее урожайность на комплексе мелиорированных солонцов, являются запасы гумуса в слое почвы 0-50 см.

Таблица 1

Коэффициенты эффективности передачи информации (К) от морфологических параметров почв к урожайности культур

Морфологические параметры	Регнерия волокнистая	Ломкоколосник ситниковый	Ячмень яровой	Пшеница яровая
Глубина залегания солевого максимума	-	0,4093	0,2116	0,1006
Глубина залегания капиллярной каймы	0,4788	0,4172	0,1747	0,0983
Мощность почвы (А+В+ВС)	0,400	0,3775	0,1489	0,1339
Мощность гумусовых горизонтов (А+В ₁ +В ₂)	0,4959	0,3778	-	0,0805
Мощность горизонта ВС	0,4529	0,2166	-	-
Глубина вскипания от НСІ	0,2600	0,1623	0,1059	0,1516

Таблица 2

Коэффициенты эффективности передачи информации (К) к урожайности культур по химическим, физико-химическим и водно-физическим параметрам

Почвенные параметры	Регнерия волокнистая	Ломкоколосник ситниковый	Ячмень яровой	Пшеница яровая
Запасы гумуса, т/га	$\frac{0,2415}{0-20}$	$\frac{0,2687}{0-20}$	$\frac{0,1552}{0-50}$	$\frac{0,1682}{0-50}$
Запасы фосфора, т/га	$\frac{0,3052}{0-20}$	$\frac{0,1694}{0-50}$	$\frac{0,1524}{0-50}$	$\frac{0,0862}{0-50}$
Запасы азота, т/га	$\frac{0,2962}{0-20}$	$\frac{0,1210}{0-20}$	$\frac{0,2144}{0-50}$	$\frac{0,0910}{0-50}$
Сумма токсичных ионов, %	$\frac{0,5102}{0-20}$	$\frac{0,2211}{0-100}$	$\frac{0,2100}{0-50}$	$\frac{0,1075}{0-50}$
Содержание ионов натрия, %	$\frac{0,4407}{0-20}$	$\frac{0,1864}{50-100}$	$\frac{0,2455}{0-50}$	$\frac{0,1429}{0-50}$
Содержание ионов хлора, %	$\frac{0,3348}{0-50}$	$\frac{0,2220}{50-100}$	$\frac{0,1996}{0-50}$	$\frac{0,1084}{0-20}$
Содержание сульфат-ионов, %	$\frac{0,5537}{0-20}$	$\frac{0,1575}{50-100}$	$\frac{0,1964}{0-50}$	$\frac{0,0963}{0-50}$
pH водный	$\frac{0,1921}{0-20}$	$\frac{0,1540}{0-20}$	$\frac{0,0889}{0-20}$	$\frac{0,1372}{0-50}$
Содержание обменного натрия, %	$\frac{0,4908}{0-20}$	$\frac{0,2529}{0-20}$	$\frac{0,2384}{0-20}$	$\frac{0,0942}{0-50}$
Запасы влаги в фазу созревания, мм	$\frac{0,4002}{0-100}$	-	$\frac{0,2267}{0-20}$	$\frac{0,1457}{0-50}$

Примечание. В числителе значение К, в знаменателе – слой почвы.

Таблица 3

Модели плодородия культур-освоителей солонцовых комплексов

Формула	Прогнозирующий эффект, %	
	безошибочный	с отклонением на 1 ранг
Ломкоколосник ситниковый		
$Y_1 = KK \wedge C_{\max} [x] Mp$	50	93
$Y_2 = KK \wedge C_{\max} [x] Mp [x] \Gamma [x]. Na_{\text{обм}}$	59	89
Регнерия волокнистая		
$Y_1 = Ma-v [x] KK [x] Mbc [x] Mp [x] HCl$	53	90
$Y_2 = Ma-v [x] Na^+ [x] KK [x] SO_4 [x] (Cl [x] N)$	54	96
Ячмень яровой		
$Y_1 = Na_{\text{обм}} [x] N [x] C_{\max} \wedge ПВ$	47,4	80,4
Пшеница яровая		
$Y = \Gamma \vee Na^+ \wedge pH \vee \Sigma \text{ т.и.}$	41,4	73,4

Обозначения, применяемые в формулах:

- У** – ранг урожайности;
- КК** – ранг урожайности по глубине залегания капиллярной каймы, см;
- C_{max}** – ранг урожайности по глубине солевого максимума, см;
- Мп** – ранг урожайности по мощности почвы (А+В+С);
- Г** – ранг урожайности по запасам гумуса, т/га в соответствующем слое почвы;
- Na_{обм}** – ранг урожайности по содержанию обменного натрия;
- Ма-в** – ранг урожайности по мощности гумусовых горизонтов;
- Мвс** – ранг урожайности по мощности горизонта ВС;
- НСI** – ранг урожайности по глубине вскипания от HCl; Na⁺ – ранг урожайности по содержанию токсичных ионов натрия, %;
- SO₄** – ранг урожайности по содержанию токсичных сульфат-ионов, %;
- Cl** – ранг урожайности по содержанию токсичных ионов хлора, %;
- N** – ранг урожайности по запасам азота;
- ПВ** – ранг урожайности по запасам продуктивной влаги;
- pH** – ранг урожайности по величине pH;
- Σт.и.** – ранг урожайности по сумме токсичных ионов, %;
- Λ** – зависимость по логической функции конъюнкции;
- [x]** – зависимость по логической функции нелинейного произведения;
- ∨** – зависимость по логической функции дизъюнкции.

Исходя из приведенных данных следует, что формирование урожайности различных культур на солонцовых почвах хлоридно-сульфатного засоления имеет свои специфические особенности, что связано с их разной биологией. Поэтому разработку моделей плодородия необходимо проводить для каждой культуры. Это дает возможность не только определить пути повышения плодородия этих почв, но и прогнозировать урожайность возделываемых на них культур. На основе специфичных состояний урожайности по каждому почвенному фактору нами были составлены и прорешены по несколько логических моделей урожайности всех изученных культур. Некоторые из них, обладающие наибольшим прогнозирующим эффектом, представлены в таблице 3.

Таким образом, анализируя результаты многолетних исследований, видно, что несмотря на некоторые различия в степени влияния отдельных свойств почв солонцовых комплексов, а, следовательно, и в моделях их плодородия по каждой культуре, прослеживается вполне определенная закономерность. Урожайность культур на этих почвах ограничивается их засолением, обусловленным влиянием близко залегающих сильно минерализованных грунтовых вод, качественным составом солей, высоким содержанием обменного натрия на многонариевых солонцах, недостатком элементов питания и доступной влаги.

Для большинства изученных культур максимальный урожай получен при глубине залегания солевого горизонта и капиллярной каймы более 70 см от поверхности почвы, содержании токсичных солей менее 0,30-0,15%, запасах гумуса более 160 т/га, обменного натрия менее 10% от емкости обмена в пахотном слое.



Выводы

Исходя из изложенного следует, что основные мероприятия по повышению эффективного плодородия почв черноземно-луговых солонцовых комплексов хлоридно-сульфатного засоления должны быть направлены на регулирование водно-солевого и пищевого режимов этих почв и приближение их к оптимальным параметрам. Для этого необходимо создание однородного пахотного слоя с помощью мелиоративной глубокой обработки, посев культур-фитомелиорантов, гипсование пятен многонариевых солонцов, внесение органических и минеральных удобрений.

Библиографический список

1. Гладков Ю.А., Трофимов И.Т. Исследование зависимости урожайности естественных ценозов и регнерии волокнистой от свойств солонцов луговых хлоридно-сульфатного засоления // Засоленные почвы Алтая, их свойства и мелиорация: сб. ст. – Барнаул, 1980. – С. 29-57.
2. Пузаченко Ю.Г., Мошкин А.В. Информационно-логический анализ в методико-географических исследованиях // Итоги науки. Сер. мед. географии. – М.: ВИНТИ, 1969. – Вып. 3. – С. 5-67.
3. Курсакова В.С. Влияние почвенного засоления на продуктивность и химический состав многолетних трав и их мелиоративная роль: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Новосибирск, 1983. – 20 с.
4. Трофимов И.Т., Курсакова В.С., Гладков Ю.А. Продуктивность многолетних трав и факторы, определяющие ее на почвах солонцовых комплексов // Повышение эффективности приемов мелиорации почв солонцового комплекса в Западной Сибири. – Омск, 1985. – С. 3-12.

УДК 631.452:631.445.4:001.891.573 (571.15)

Е.Г. Пивоварова,
А.О. Люцигер,
С.В. Усенко,
А.А. Гаркуша

РАЗРАБОТКА ЧАСТНОЙ МОДЕЛИ УПРАВЛЕНИЯ ПЛОДОРОДИЕМ ЧЕРНОЗЕМНЫХ ПОЧВ В УСЛОВИЯХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ АЛТАЙСКОГО ПРИОБЬЯ

Ключевые слова: эффективное плодородие, чернозем выщелоченный, климатические изменения, Алтайское Приобье.

В настоящее время существует широкий спектр моделей плодородия почв [1-4]. Их структура определяется назначением и условиями использования. В основном эти мо-