

6. ЗАСОЛЕННЫЕ ПОЧВЫ МИРА

ЗАСОЛЕННЫЕ ПОЧВЫ, ИХ РАСПРОСТРАНЕНИЕ В МИРЕ, ОКУЛЬТУРИВАНИЕ И ВОПРОСЫ ЭКОЛОГИИ¹

Введение

Как известно, численность населения земного шара неуклонно растет. Отсюда проблема обеспечения питанием все более обостряется. Казалось бы, с ростом цивилизации этот вопрос нетрудно разрешить, однако на практике это весьма проблематично. Все дело в том, что с появлением на земле человека ранее самопроизвольно регулируемая биосфера стала испытывать его управленческую деятельность, в результате чего образовалась ноосфера (Вернадский). Все человеческие усилия улучшить условия жизни на земле, как правило, имели негативные последствия для окружающей среды. Так, бурное развитие промышленности вызвало разрушение части озонового слоя земли, а также обусловило парниковый эффект и определенное потепление климата. Даже в сельскохозяйственном производстве обозначились отрицательные экологические тенденции как следствие стандартизации систем земледелия без учета местных ландшафтных условий, а также в результате интенсификации его отдельных элементов при механизации и мелиорации. Возникло загрязнение почв и грунтовых вод пестицидами, нитратами, переуплотнение верхнего слоя почв, деградация и т.п.

Поэтому в последние годы становится актуальным вопрос о разработке системы экологически безопасного земледелия (В.И. Кирюшин, 1996), в том числе и с учетом экологических аспектов мелиорации солонцовых почв (И.Н. Любимова, 1996).

В ранее изданной нами книге (А.В. Новикова, 1999), посвященной истории развития почвенно-мелиоративных и экологических исследований в Укра-

¹ Монография Новиковой А.В. с тем же названием опубликована под научной ред. доктора с.-х. наук, проф., Д.Г. Тихоненко. Харьков, ХНАУ, 2004, 120 с.

ине, большое внимание уделено последствиям воздействия видов мелиорации и мерам по их предупреждению.

Однако проблема разработки более совершенной системы земледелия, в том числе и мелиоративных приемов, на сегодня выходит далеко за пределы одной страны. Об этом свидетельствует большой объем накопленной в мире научной литературы. Необходимость в ее систематизации и обобщении также очевидна, поскольку в разных странах почвенно-мелиоративные и экологические исследования проводились с разной степенью эффективности. Так, если для стран Европы, частично Азии и Северной Америки, объем такой литературы очень значителен, то для стран Африки, Южной Америки и большей части Азии он очень ограничен.

В ряде стран, получивших независимость только после второй мировой войны, систематического изучения своих земельных ресурсов ранее не проводилось. Только с привлечением международных организаций ФАО/ЮНЕСКО и других, началось оказание научно-консультативной помощи развивающимся странам. Большой вклад внесли и почвоведы русской школы, участвовавшие в различных почвенных экспедициях. Их публикации дают более углубленное представление о почвах этих стран и их генезисе. Освещается изредка и местный опыт освоения и мелиорации засоленных почв.

Ограниченность данных по этой проблеме обусловлена еще и тем, что в ряде стран значительная территория занята пустынями, а в сельском хозяйстве используется ничтожная площадь, примерно 2-5% земель, в основном высокоплодородных. Актуальным вопросом для многих регионов является рассолительная и вообще оросительная мелиорация, но и ее применение ограничено малыми водными ресурсами и низкой эффективностью экономики страны.

Как известно, после распада Советского Союза прежние научные связи между государствами значительно сократились, уменьшилась и возможность обмена литературой. Однако мировая наука развивается, и потребность в обзорной информации возрастает.

Работая в этом направлении, мы стремились к достижению не только познавательных целей, но и

оценить с агроэкологических позиций уже накопленный национальный опыт улучшения засоленных почв, а также с точки зрения перспективности его практического использования.

При этом нами были использованы следующие основные материалы: монографии, доклады на международных симпозиумах и конгрессах почвоведов, Всесоюзных и региональных совещаниях по мелиорации; почвенные обзорные карты мира ряда авторов; учебные пособия по почвенному покрову мира (Б.Г. Розанов, М.А. Глазовская, Н.Н. Розов и М.Н. Строганова); карта типов засоления почв Европейской части СССР под ред. В.В. Егорова и Н.И. Базилевич; книга «Засоленные почвы Европейской части СССР и Закавказья» под ред. В.В. Егорова и Н.И. Базилевич; обзоры литературы о приемах мелиорации солонцов (Л.П. Богаченко, 1977, 1997, И.Г. Цюрупа, И.Н. Любимова, 1983, В.Ю. Бондарева, 1988 и др.).

Данная работа состоит из двух частей: Первая часть (разделы 1-3) посвящена обзору работ по географии почв мира (в том числе и засоленных) с краткой характеристикой почвообразовательных процессов в различных биоклиматических поясах мира. Приводятся площади засоленных почв. Кратко освещаются результаты исследований по мелиорации засоленных почв (преимущественно солонцовых), полученные почвоведомы разных стран. Во второй части работы (раздел 4) дана агроэкологическая оценка применяемых способов мелиорации. В заключительной части работы (раздел 5) освещается перспектива мелиорации в странах СНГ (на примере Украины), где сосредоточены особенно большие площади солонцовых почв, поэтому проблема их мелиорации является актуальной.

Внесем некоторое уточнение в содержание применяемого нами термина «засоленные почвы». В соответствии с представлениями русской школы, к ним относятся солончаки и солончаковые почвы, а также солонцы и солонцеватые почвы. Осолоделые почвы в своем большинстве не относятся к засоленным, но, поскольку их генезис связан с воздействием растворимых солей, то, по нашему мнению, их тоже следует включить в группу засоленных почв. Что касается количественных показателей, то к засоленным почвам

относят почвы различных генетических типов, содержащие хотя бы в одном горизонте почвенного профиля в пределах двухметровой толщи легкорастворимые соли в количестве, превышающем порог токсичности для среднесолеустойчивых культур. Порог токсичности по данным анализа водных вытяжек соответствует в мг-экв на 100 г почвы: по иону $\text{Cl}^- > 0,3$, по иону SO_4^{2-} (связанному с Na^+ и Mg^{2+}) > 1 , по гидрокарбонатному иону HCO_3^- (связанному с Na^+ и Mg^{2+}) > 1 (Н.И. Базилевич и Е.И. Панкова, 1970).

1. Засоленные почвы мира и их площади

Географические особенности распространения почв на любой территории выявляются на основании ранее составленных при почвенной съемке почвенных карт, и таким образом вычисляются площади отдельных типов почв. Со временем, по получению новых материалов, эти карты уточняются и переиздаются. Так было и с почвенной картой мира, над составлением которой работали почвоведы разных государств как самостоятельно, так и в содружестве.

В почвенных картах мира, подготовленных почвоведом русской школы, отражен принцип зональности климата, растительности и почв, обоснованный учением В.В. Докучаева о факторах почвообразования. Таковы были карты, составленные В.В. Докучаевым (1899), К.Д. Глинкой (1906), Л.И. Прасоловым (1937), И.П. Герасимовым (1956, 1975) и другими. С развитием почвенной геохимии, учения о почвенно-геохимических ландшафтах и процессах (Б.Б. Польшов, В.А. Ковда, М.А. Глазовская, Е.И. Перельман) стали учитывать не только принципы зональности, но и почвенно-геохимические закономерности (В.А. Ковда, 1968, 1974; М.А. Глазовская, 1973). Н.Н. Розов и М.Н. Строганова в своей книге «Почвенный покров мира» (1979) приводят схему почвенно-биоклиматических областей мира. На ней отражены: агроэкологические классы (пояса) с учетом температурных показателей климата; почвенно-агроэкологические подклассы по условиям атмосферного увлажнения; почвенно-экологические формации с учетом стадий геохимического выветривания почв и пород, а

также типы и подтипы почв. Эту схему и характеристику почв (как наиболее современную) мы широко использовали в данной работе (рис. 1, табл. 1).

В течение длительного времени велась также работа над составлением почвенной карты мира ФАО/ЮНЕСКО (масштаб 1:5000000, 1971–1975). В ней принимали участие почвоведы многих стран мира, в том числе и русской школы (И.П. Герасимов, В.А. Ковда, Е.В. Лобова, И.В. Тюрин и др.). Самым трудным этапом в этом совместном творчестве было составление легенды карты, поскольку каждая школа почвоведов имела определенные отличия. Тем не менее, ученым удалось преодолеть разногласия и достичь единства по основным принципам. Интересно отметить, что в принятой легенде нашли отражение русские наименования некоторых почв (солончаки, солонцы, черноземы, подзолы, каштаноземы).

На основе почвенной карты ФАО/ЮНЕСКО доктором Мосудом были подсчитаны размеры площадей засоленных почв в странах мира (табл. 2).

Кроме того, отдельно вычислены площади засоленных почв в Европе (табл. 3). (Обе таблицы заимствованы из книги «Моделирование процессов засоления и солонцевания почв», под ред. В.А. Ковды, 1980).

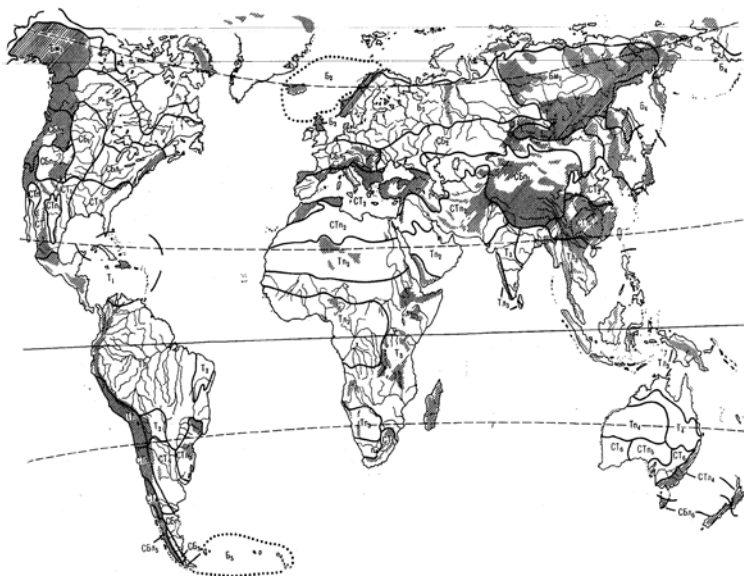


Рис. 1. Почвенно-биоклиматические области мира
(Н.Н. Розов, М.Н. Строганова, 1979)

Тропические влажные лесные области: Тл₁-Американская; Тл₂-Африканская; Тл₃-Австрало-Азиатская. **Тропические саванные области:** Т₁-Центральноамериканская; Т₂-Южно-Американская; Т₃-Афро-Азиатская; Т₄-Австралийская. **Тропические полупустынные и пустынные области:** Тп₁-Южно-Американская; Тп₂-Афро-Азиатская; Тп₃-Южно-Африканская; Тп₄-Австралийская. **Субтропические влажные лесные области:** Стл₁-Северо-Американская; Стл₂-Восточно-Азиатская; Стл₃-Южно-Американская; Стл₄-Австралийская. **Субтропические засушливые области:** Ст₁-Северо-Американская; Ст₂-Средиземноморская; Ст₃-Восточно-Азиатская; Ст₄-Южно-Американская; Ст₅-Южно-Африканская; Ст₆-Австралийская. **Субтропические пустынные и полупустынные области:** Стп₁-Северо-Американская; Стп₂-Афро-Азиатская; Стп₃-Южно-Американская; Стп₄-Южно-Африканская; Стп₅-Австралийская. **Суббореальные лесные области:** СБл₁-Северо-Американская восточная; СБл₂-Северо-Американская западная; СБл₃-Западно-Европейская; СБл₄-Восточно-Азиатская; СБл₅-Южно-Американская; СБл₆-Новозеландско-Тасманская. **Суббореальные степные области:** СБ₁-Северо-Американская; СБ₂-Евразийская; СБ₃-Южно-Американская. **Суббореальные пустынные и полупустынные области:** СБп₁-Центрально-Азиатская; СБп₂-Северо-Американская; СБп₃-Южно-Американская. **Бореальные мерзлотно-таежные области:** БМ₁-Северо-Американская; БМ₂-Восточно-Сибирская. **Бореальные таежно-лесные области:** Б₁-Северо-Американская; Б₂-Исландско-Норвежская; Б₃-Европейско-Сибирская; Б₄-Берингово-Охотская; Б₅-Оттенноземельская. **Полярные области:** П₁-Северо-Американская; П₂-Евразийская.

Таблица 1 (к рис. 1). Система почвенно-агроэкологических формаций мира
(Н.Н. Розов, М.Н. Строганова) (автоморфные формации)

Классы (пояса)	Подклассы (области)			
	Гумидный (КУ**** более 1,5 - 1,0)	Семигумидный (КУ от 1,5 - 1,0 до 0,6)	Семиаридный (КУ от 0,6 до 0,3)	Аридный (КУ менее 0,3)
<p>Тропический (постоянно теплые почвы) *</p> <p>S>8000°</p> <p>Q > 75ккал/см² в год</p> <p>t ср. год. > 20°</p>	<p>1. Фульватно- ферраллитные кислые постоян- но влажные лес- ные</p> <p>красно-желтые почвы</p> <p>ПФ : 300**</p>	<p>1. Фульватно- аль-ферритные кислые перемен- но влажные са- ванно-лесные</p> <p>красные почвы</p> <p>ПФ : 270</p> <p>БКП :</p>	<p>1. Фульватно- оста-точно- ферраллитные сла- бокислые лесо- саванные</p> <p>коричнево-красные почвы</p> <p>2. Фульватно- гуматно- феррсиаллитные нейтральные сухо- саванные</p> <p>красно-бурые поч- вы</p>	<p>1. Фульватно- карбонатно- феррсиаллитные нейтральные пу- стынно-саванные</p> <p>красно-бурые почвы</p> <p>2. Фульватно- карбонатно- сиаллитные засо- ленные пустынные кластические</p> <p>тропические пу- стынные почвы, пески</p> <p>ПФ < 40</p>

	БКП : 300***	250	ПФ : 120 - 170 БКП : 160	БКП < 40
--	-----------------	-----	---------------------------------	----------

Продолжение табл. 1

Классы (пояса)	Подклассы (области)			
	Гумидный (КУ**** более 1,5 - 1,0)	Семигумидный (КУ от 1,5 - 1,0 до 0,6)	Семиаридный (КУ от 0,6 до 0,3)	Аридный (КУ менее 0,3)
<p>Субтропический (теплые почвы с зимним охла- ждением)</p> <p>S -4000 - 8000°</p> <p>Q 50 - 75ккал/см² в год</p> <p>t ср. год. 13-20°</p>	<p>1. Фульватно- ферраллит-но- каолининовые кислые влажно-лесные</p> <p>желтоземы, красноземы</p>	<p>1. Гуматно- фульватно- феррсиаллитные кислые высоко- травных прерий</p> <p>красновато- черные почвы (руброземы)</p>	<p>1. Гуматно-карбо- натно-сиаллитные нейтральные ксерофитно-лесные</p> <p>коричневые почвы</p> <p>2. Гуматно- карбонатно- сиаллитные сла- бощелочные ку- старниково- степные</p>	<p>1. Фульватно- карбонатно- сиаллитные сла- бощелочные полу- пустынные</p> <p>Сероземы</p> <p>2. Фульватно- карбонатно- сиаллитные засо- ленные пустынные кластические</p> <p>субтропические</p>

	ПФ : 200 : 200 БКП	ПФ : 130 : 170 БКП	серо-коричневые почвы ПФ : 100 - 160 БКП : 110	пустынные почвы, пески ПФ < 100 БКП < 40
--	--------------------------	--------------------------	---	---

Продолжение табл. 1

Классы (пояса)	Подклассы (области)			
	Гумидный (КУ более 1,5 - 1,0)	Семигумидный (КУ от 1,5 - 1,0 до 0,6)	Семиаридный (КУ от 0,6 до 0,3)	Аридный (КУ менее 0,3)
Суббореальный (умеренно теплые промерзающие почвы) S - 2200 - 4000° Q 35-50 ккал/см ² в год t ср. год. 7 - 13°	1. Ульматно-сиаллитные кислые широколиственно-лесные бурые лесные почвы	1. Фульватно-гуматно-сиаллитные кислые лесоперерий буроземы 2. Фульватно-гуматно-сиаллитные малокарбонатные слабокислые широколиственно-лесные серые лесные	1. Гуматно-монтмориллинитово-карбонатно-сиаллитные нейтральные степные черноземы обыкновенные, южные 2. Гуматно-карбонатно-сиаллитные слабощелочные сухостепные темно-кашта-	1. Фульватно-карбонатно-сиаллитные слабощелочные-полупустынные светло-каштановые и бурые почвы 2. Фульватно-гипсово-карбонатно-сиаллитные щелочные пустынные кластические серо-бурые и примитивные поч-

	ПФ : 120 100	БКП : 3. Гуматно-монтмориллининово-карбо-натно-сиаллитные нейтральные лесостепные черноземы оподзоленные, выщелоченные и типичные ПФ : 80 - 150 БКП : 90	новые и каштановые почвы ПФ : 80 - 90 БКП : 60	высокие пески ПФ < 50 БКП : 20
--	-----------------	--	---	---

Продолжение табл. 1

Классы (пояса)	Подклассы (области)			
	Гумидный (КУ более 1,5 - 1,0)	Семигумидный (КУ от 1,5 - 1,0 до 0,6)	Семиаридный (КУ от 0,6 до 0,3)	Аридный (КУ менее 0,3)
Бореальный (умеренно холодные и холодные промерзающие и мерзлотные почвы)	1. Ульматно-фульватно-сиаллитные и глее-сиаллитные кислые таежно-лесные подзолистые почвы	1. Фульватно-карбонатно-сиаллитные слабобокислые широколиственно-лесные серые лесные почвы 2. Ульматно-		

<p>S – 1000 – 2200°</p> <p>Q 22 – 35 ккал/см² в год</p> <p>t ср. год. 1 – 7°</p>	<p>2. Сиаллитные и глее-сиаллитные кислые и криогенные таежные</p> <p>мерзлотно-таежные почвы</p> <p>ПФ : 40 – 100</p> <p>БКП : 65</p>	<p>фульватно-карбонатно сиаллитные нейтральные криогенные светло-хвойно-таежные</p> <p>мерзлотно-таежные палевые почвы</p> <p>ПФ : 40 – 80</p> <p>БКП : 55</p>		
---	---	---	--	--

Продолжение табл. 1

Классы (пояса)	Подклассы (области)			
	Гумидный (КУ более 1,5 – 1,0)	Семигумидный (КУ от 1,5 – 1,0 до 0,6)	Семиаридный (КУ от 0,6 до 0,3)	Аридный (КУ менее 0,3)
<p>Полярный (арктические и субарктические мерзлотные почвы)</p>	<p>1. Глее-сиаллитные кислые криогенно-тундровые</p> <p>тундровые глеевые почвы</p> <p>2. Полигонально-сиаллитные сла-</p>			

<p>S <1000°</p> <p>Q 11 - 22 ккал/см² в год</p> <p>t ср. год < 0°</p>	<p>бокислые криогенные арктопустынные</p> <p>арктические почвы</p> <p>ПФ : 10 - 25</p> <p>БКП : 5</p>	<p>_____</p>	<p>_____</p>
--	--	--------------	--------------

Примечания к табл. 1 * По Димо В.Н. и Розову Н.Н., (1974);

** ПФ-ежегодная продукция фитомассы в ц/га (Базилевич и др., 1970);

*** БКП-условный климатический индекс биологической продуктивности (Шашко, 1970);

**** КУ-коэффициент увлажнения, определяется путем деления количества годовых осадков в мм на величину годовой испаряемости с водной поверхности в мм.; S-сумма активных температур выше 10°; Q-радиационный баланс.

Таблица 2. Распространение засоленных почв в странах мира, наиболее подверженных засолению, тыс. га. (Европа не включена)

Страна, территория	Солончаки	Солончаково-ватые почвы	Солонцы	Солонце-ватые почвы	Общая площадь
1	2	3	4	5	6
Северная Америка:					17720
Канада		264	6974		7238
США		5927	2590		8517
Куба		316			316
Мексика	242	1407			1649
Южная Америка:					129163
Аргентина	1905	30568	11818	41321	85612
Боливия		5233	716		5949
Бразилия	4141		362		4503
Венесуэла	1240				1240
Колумбия	907				907
Парагвай		20008	1894		21902
Перу	21				21
Чили	1860	3140		3642	8642
Эквадор	387				387
Африка:					80538
Алжир	1132	1889		129	3150
Ангола	126	314	86		526
Ботсвана	1131	3878		670	5679
Гамбия		150			150
Гана	200			118	318
Гвинея		525			525
Джибути	59	1682			1741
Египет	3283	4077			7360
Заир		53			53
Замбия				863	863
Зимбабве				26	26
Камерун				671	671
Кения	3501	909		448	4858
Либерия		362	44		406
Ливия	905	1552			2457
Мавритания	150	490			640
Мадагаскар	37			1287	1324
Мали		2770			2770
Марокко	42	1106			1148
Намибия	562		1751		2313
Нигер			111	1378	1489
Нигерия	455	210		5837	6502
Гвинея-Бисау		194			194
Сенегал	141	624			765

1	2	3	4	5	6
Сомали	1043	526	3754	279	5602
Сьерра-Леоне		307			307
Судан		2038		2736	4874
Танзания		2954		583	3537
Тунис	990				990
Чад	2417		3728	2122	8267
Эфиопия	319	10289		425	11033
Южная и Западная Азия					84981
Афганистан	2924	177			3101
Бангладеш		2479		538	3017
Бирма	634				634
Израиль	28				28
Индия	2979	20243		534	23796
Иордания	74	106			180
Ирак	6679	47			6726
Иран	24817	1582		686	27085
Катар	225				225
Кувейт	209				209
Оман	290				290
Пакистан	1103	9353			10456
Саудовская Аравия	6002				6002
Сирия		532			532
Турция					2500
Шри Ланка	180	20			200
Северная и Центральная Азия					211448
Китай	7307	28914		437	36658
Монголия	3728	342		4070	
СССР	11430	39662	30062	89566	170720
Юго-Восточная Азия					21521
Вьетнам		983			983
Индонезия		13213			13213
Кампучия		1291			1291
Малайзия		4578			4578
Таиланд	1456				1456
Австралия и Океания					357568
Австралия	16567	702	38111	301860	357240
Соломоновы острова		238			238
Фиджи		90			90

Таблица 3. Распространение засоленных почв в Европе*

Страна	Авторы	Засоленные почвы	Щелочные почвы без структурного горизонта В	Щелочные почвы со структурным горизонтом В		Почвы, потенциально подверженные засолению	Общая площадь, тыс. га
				некарбонатные	карбонатные		
Австрия	И. Финк, О. Нестори	0,5/25,0	—	—	—	2,5/75,0	3,0
Болгария	Л.П. Райков, Х. Трашлиев	5,0/25,0	—	20,0/80,0	—	—	25,0
Венгрия	И. Сабольч, Д. Варалляи, Ю. Мейвельди	1,6/0,1	58,6/4,7	294,0/23,1	31,9/2,5	885,5/69,5	1271,6
Греция	Е.П. Папаниколау						3,5
Испания	П. Грахера Торрес, В. Гранде Ковиан, Ж. Бердаи Кондо, Ж.М. Онтанон						840,0
Италия	О.Т. Ротини, Л. Карлони	50,0/20,0	—	—	—	400,0/80,0	450,0

* В числителе — тыс. га, в знаменателе — % от общей площади засоленных почв.

Продолжение табл. 3

1	2	3	4	5	6	7	8
Португалия	Ж. Карвальо Кардозо, М. Бранко Марадо						25,0
Румыния	Н. Флореа, Ж. Мунтяну	40,0/16,0	100,0/40,0	—	110,0/44,0	—	250,0
СССР	В.В. Егоров, Н.И. Базилевич, Е.И. Панкова	7546,0/16,0	1616,0/3,4	20382,0/43,0	—	17781,0/37,5	47325,0
Франция	Э. Серва, Ж. Серван	175,0/70,0	—	75,0/30,0	—	—	250,0
Чехословакия	И. Грашко	6,2/5,8	7,5/7,1	2,7/2,5	4,3/4,1	85,0/80,5	105,7
Югославия	Н. Милькович, Г. Филипповский, Н. Пламенац, П. Блашкович	20,0/7,8	50,0/19,6	110,0/43,1	75,0/29,5	—	255,0

На основании приведенных данных, площадь засоленных почв в мире составляет около 950 млн. га, в Европе – 50,8 млн. га. Характер их распределения по отдельным странам и континентам неоднороден. Так, в Африке, Южной Америке, Азии, Австралии распространены солончаки и солончаковатые почвы, в то время как в Евразии и Северной Америке преобладают солонцы и солонцеватые почвы. Это связано с особенностью климата. Континенты первой из названных групп расположены преимущественно в условиях аридного климата, а континенты другой группы – в зоне более умеренного климата.

Иллюстрацией распространения засоленных почв в мире служит картосхема И. Саболяча, (рис. 2).



*Рис. 2. Глобальное распространение засоленных почв
(по И. Саболячу, 1991)*

(Черные пятна на картосхеме обозначают места распространения засоленных почв)

2. Почвообразовательные процессы в разных биоклиматических поясах мира.

Засоленные почвы относятся к группе интразональных и распространены в подавляющем большинстве биоклиматических поясов мира, в каждом из которых протекают специфические процессы почвообразования,

поэтому мы попытаемся кратко охарактеризовать их особенности.

Установлено (137), что площадь суши на нашей планете равна 1331,1 млн. га. Относительно нее площадь равнинных территорий составляет 76,6%, а площадь горных территорий – 23,4%. Почвенный покров биоклиматических поясов распределен следующим образом (табл. 4).

Таблица 4. Распределение почвенного покрова суши по почвенно-биоклиматическим поясам и областям, %
(Н.Н. Розов, М.Н. Строганова, 1979)

Пояса	Области			
	Влажные (гумидные)	Переход- ные	Сухие (арид- ные)	Всего
Тропический	20	13	9	42
Субтропический	5	6	9	20
Суббореальный	4	6	6	16
Бореальный	18	–	–	18
Полярный	4	–	–	4
Всего	51	25	24	100

Как видим, самую большую площадь занимает тропический пояс, почти половину территории, в то время как все остальные пояса в сумме составляют другую половину. Отсюда видна большая роль для земледелия тропических почв. Отметим основные черты автоморфного почвообразования в разных биоклиматических поясах:

В тропическом поясе (постоянно теплые почвы) сумма температур выше 10° составляет более 8000°, средняя годовая температура воздуха – более 20°. Почвы развиваются в условиях различного атмосферного увлажнения: гумидного (KU^* более 1,5–1,0); семи-

* KU (коэффициент увлажнения) – определяется путем деления количества годовых атмосферных осадков в мм на величину годовой испаряемости с водной поверхности в мм.

гумидного (КУ 1,0-0,6); семиаридного (КУ 0,6-0,3); аридного (КУ менее 0,3).

По характеру растительности выделяют зоны постоянно влажных лесов, тропических переменновлажных лесов, редколесий и высокотравных саванн, ксерофитных лесов и сухих саванн, тропических полупустынь и пустынь. Кора выветривания во влажных почвенных областях является ферраллитной, в засушливых – ферросиаллитной.

В этом поясе протекают такие специфические процессы почвообразования, как ферраллитизация, латеритизация, ферросиаллитизация и слитообразование.

Ферраллитизация протекает под пологом тропического леса, при выпадении большого количества осадков и высокой температуре. Из почвы выносятся основания, разрушаются первичные и вторичные алюмо- и ферросиликаты. Накапливаются только вторичные окиси железа, алюминия и каолин. Соединения железа придают почвам характерную красную и желтую окраски. Характерные почвы: красно-желтые, красные, черные и серые тропические.

Латеритизация проявляется в тех же условиях и характеризуется образованием в почвах железокварцевых конкреций, выпадающих из раствора в верхней части почвы и образующих на ее поверхности твердый панцирь. Постепенно порода превращается в горную. Типичными являются латеритные почвы, латериты.

Ферросиаллитизация характерна для территорий с длительным сухим периодом (около 8 месяцев) и с небольшим количеством для этой зоны осадков (800–1000 мм). Почвы промываются неглубоко, из них освобождается только железо, которое, распределяясь по профилю, придает красную окраску.

Процесс слитообразования характеризуется оглиниванием всего профиля, накоплением гумуса.

Ландшафты тропического влажно-лесного пояса широко распространены в трех почвенных областях: Американской (Центральная Америка и большая часть Южной Америки), Африканской (бассейн реки Конго и побережье Гвинейского залива) и Австрало-Азиатской (полуострова Южной Азии, Индостан, Китай, северное побережье Австралии).

В ксерофитно-лесных тропических и саванных областях количество осадков снижается до 1000–1300 мм, в зимний период осадки не выпадают в течение 4–5 месяцев. В этих областях образуются коричнево-красные почвы, имеющие ферраллитный состав коры выветривания, преобладают минералы каолиновой группы. Почвы содержат до 2 % гумуса, емкость поглощения низкая, реакция почвенного раствора кислая. Под сухими саваннами образуются красно-бурые почвы. Количество осадков снижается до 800 мм, длительность сухого сезона пять и более месяцев. В нижней части почв образуется иллювиально-карбонатный горизонт, поглощающий комплекс насыщен основаниями. На богатых основаниями породах формируются черные тропические почвы с выделением таких областей: Индо-Африканская (по обе стороны от экватора) и Австралийская (северная часть континента).

Тропические полупустынные и пустынные области приурочены к крайне сухому тропическому климату. К ним относятся Афро-Азиатская (юг Сахары и юг Аравийского полуострова), Австралийская (большая часть материка), пустыня Калахари (юг Африки) и пустыни на севере Чили.

В полупустынях под низкотравной разреженной саванной образуются красновато-бурые почвы сиаллитного состава, с меньшим содержанием гумуса, равномерным распределением илистой фракции. Они карбонатны, в небольшой степени засолены, по окраске красноваты.

Почвы пустынь имеют такую же красноватую окраску. В них сильно проявляется соленакопление в верхней части и, особенно, на самой поверхности в виде корки из гипса или нейтральных солей. Однако соленакопление в пространстве выражено меньше, чем в субтропических пустынях.

Процессы соленакопления и осолонцевания значительно сильнее проявляются в гидроморфных и полугидроморфных условиях. Свообразны засоленные почвы низких прибрежных ландшафтов, где протекают приливно-отливные процессы, а также почвы маршевые, преимущественно засоленные (Австралия, Африка, Южная Америка).

Субтропический (ксеротермальный или сухой и влажный пояс) занимает площадь в три раза меньшую, чем тропический. 41 % приходится на полупустынные и пустынные области, 34 % – на ксерофитно-лесные и кустарниково-степные области и 25 % – на влажные лесные области.

Наиболее типичная для этого пояса кора выветривания – сиаллитная, карбонатная и засоленная. Преобладает автоморфное почвообразование, а на полугидроморфное и гидроморфное почвообразование приходится всего 15 % площади. Основными почвообразовательными процессами в этой зоне являются субтропическая ферралитизация, коричневоземообразование, сероземообразование и субтропическое слитообразование.

Субтропическая ферралитизация мало отличается от такой же в тропиках, но она протекает более медленно и проявляется в меньшей части профиля. Под ее влиянием образуются желтоземы и красноземы. Латеритизация отсутствует.

Коричневоземообразование заключается в гумификации с накоплением гумуса в верхней части почвы, а также в выщелачивании карбонатов с оглиниванием средней части почвы.

Сероземообразование сопровождается ослабленной гумификацией с накоплением малого количества гумуса и выщелачиванием значительной части легкорастворимых солей. Однако почвы бывают и солончакватыми.

Субтропическое слитообразование проявляется в оглинивании всего профиля почвы и в значительном гумусонакоплении. По составу вторичных минералов почвы относятся к монтмориллонитово-бейделлитовому типу.

В субтропических влажнолесных областях главное место занимают желтоземы и красноземы. Они образуются под лесом при годовом выпадении 1000–2500 мм осадков и сумме температур выше 10° от 4000 до 8000°. Для коры выветривания характерны ферраллитный и сиаллитно-ферраллитный составы. Реакция почвенного раствора кислая, емкость поглощения небольшая, в составе поглощенных катионов заметное место принадлежит алюминию.

В условиях меньшего увлажнения лесная растительность сменяется травянистыми прериями (разнотравно-злаковые ассоциации), под которыми образуются красновато-черные почвы субтропических прерий. В них усиливается гумификация с образованием мощного, до 40 см, гумусового горизонта (до 10 % гумуса). Реакция кислая, карбонатный горизонт отсутствует.

Почвы влажно-лесного субтропического пояса сосредоточены в таких почвенных областях: Североамериканская (юго-восточные штаты США) и Восточноазиатская (восточные провинции Китая, остров Тайвань, юг Японии). Небольшие области распространены в странах СНГ, Турции, Марокко.

Субтропические ксерофитно-лесные и кустарниково-степные области. Они распространены в субтропиках всех материков. В северном полушарии это Средиземноморская почвенная область (прибрежные страны, часть Малой и передней Азии, вплоть до южных районов бывшего СССР), Восточноазиатская область (северная часть территории Индии, Пакистана, Бирмы, значительная часть Китая) и Североамериканская область (юго-западные штаты – Техас, Нью-Мексико, Калифорния, Мексика).

В южном полушарии – Австралийская, Южноафриканская, Южноамериканская области (между полупустынными предгорьями Анд и влажными субтропиками Парагвая и Уругвая).

Основными почвами в этих областях являются коричневые и серо-коричневые. Коричневые образуются под влиянием переменного-влажного климата с сухим летом и влажной зимой. Водный режим непромывной. Из почв удалены водорастворимые соли. Карбонаты сохраняются, образуя иллювиально-карбонатный горизонт. Форма карбонатов имеет вид плесени. По глубине залегания карбонатов выделяются виды от карбонатных до выщелоченных. Количество гумуса колеблется в пределах 1–7 %.

Серо-коричневые почвы формируются при меньшем количестве атмосферных осадков. Они являются переходными от коричневых к сероземам. В этой же зоне развиваются черные субтропические почвы на продуктах выветривания основных пород.

Пустынные субтропические и полупустынные области. Они охватывают наибольшую площадь (около половины всех субтропиков). Максимальную площадь занимает Афро-Азиатская (север Сахары и Аравийского полуострова), пустыни передней Азии, Австралийская (юг континента), Южноамериканская (центральная часть Чили). В почвенном покрове главенствующую роль играют малоразвитые почвы пустынь – 75 % и сероземы – 25 %. Отметим, что пустынные области Средиземноморья имеют самые высокие температуры воздуха на земном шаре (например, в Сахаре). Здесь протекает интенсивное физическое выветривание при весьма слабом химическом. Самую большую площадь занимают каменистые и каменисто-глинистые пустыни. На поверхности гальки, щебня образуется тонкая корочка черного цвета, в которой накапливаются окислы железа и марганца (так называемый «пустынный загар»). В этой области четко выражено соленакопление с образованием на поверхности почв или на небольшой глубине (5–15 см) от поверхности гипсовых или солевых корок (хлориды и сульфаты). Появление их связано с составом пород. Песчаные пустыни состоят из разветаемых песков, часто окаربоначенных.

Засоленные почвы в субтропиках встречаются чаще, чем в тропиках. Они образуются как в автоморфных (пустыни), так и в полугидроморфных или гидроморфных условиях (приозерные ландшафты, низкие террасы рек, прибрежные территории, где происходят приливно-отливные морские процессы). Среди засоленных почв преобладают солончаковые почвы, но встречаются и солонцовые и даже осолоделые.

Суббореальный пояс по площади немного меньше субтропического. Влажные области занимают всего 29 %, а семиаридные и аридные – 71 %, причем в последних больше всего (46 %) приходится на пустыни. Этот пояс охватывает территории северного полушария – Евразию и Северную Америку.

Кора выветривания пород преимущественно сиаллитная карбонатная и засоленная. Для этого пояса характерно проявление широтной зональности. На территории Канады и США зональное расположение приобретает меридиональное направление. Почвы этого пояса позволяют получать около одной трети всей зерно-

вой продукции земного шара, что дает основание считать этот пояс житницей земного шара.

Наиболее характерные почвообразовательные процессы: лесное буроземообразование, степное черноземообразование, образование бурых полупустынных почв, солонцеобразование. Именно в этом поясе солонцы и солонцеватые почвы занимают огромные площади в мире. По условиям климата почвы относятся к умеренному типу промерзающих почв. С учетом атмосферного увлажнения выделяют четыре подкласса.

Особенности развития почв по областям сводятся к следующему. Суббореальные влажные лесные области. Количество осадков в них составляет 600–1000 мм, зимы мягкие, без ежегодного промерзания. Почвы сосредоточены в таких провинциях: Западно-Европейская (западная и центральная Европа, часть территории России и других стран СНГ), Северо-Американская Восточная (приатлантическая – северо-восточные штаты), Восточно-Азиатская буроземно-лесная область (Приморье, Приморье России, север Японии, северо-восток Китая), Северо-Американская (Тихоокеанская), Южно-Американская (юг Чили).

Основную площадь занимают бурые лесные почвы под широколиственными лесами в условиях глубокого промачивания и глинного выветривания гидрослюдисто-иллитного типа. Буроземообразовательный процесс состоит из сиаллитного глинообразования и накопления ульматно-фульватного гумуса. Характерные признаки бурых лесных почв: слабая дифференциация почвенного профиля, оглинивание всей толщи почв, кислая или слабокислая реакция, высокое содержание подвижного железа.

Суббореальные семигумидные области формируются при выпадении 400–600 мм атмосферных осадков. Это лесостепная зона, где образуются серые лесные почвы, черноземовидные почвы прерий (бруниземы) и черноземы оподзоленные, выщелоченные и типичные.

Суббореальные семиаридные области характеризуются большей засушливостью, количество осадков колеблется в пределах 200–400 мм. Характерные почвы – черноземы обыкновенные, темно-каштановые и каштановые, черноземы солонцеватые, каштановые солонцеватые, солонцы степные. Они относятся к карбонатно-

сиаллитным нейтральным, слабощелочным и щелочным. Наибольшую площадь занимают три почвенные провинции: Евроазиатская, Северо-Американская и Южно-Американская (юг Аргентины и предгорья Чили).

Для суббореального семигумидного климата характерными являются степное почвообразование и солонцеобразование (о нем будет сказано ниже).

Степное почвообразование (черноземообразование) протекает под степной и разнотравной растительностью с интенсивной гумификацией, накоплением гумуса до 5–10%. Водорастворимые соли выщелочены. Из верхних горизонтов выщелочены карбонаты, накапливающиеся ниже в пределах иллювиального-карбонатного горизонта в виде плесени, прожилок и белоглазки. Реакция почв нейтральная, поглощающий комплекс насыщен катионами Ca, Mg и в некоторых видах – Na. Почвы отличаются высоким плодородием. Среди них встречаются солонцеватые виды, менее плодородные.

Почвообразование в сухой степи протекает при недостаточном атмосферном увлажнении под пологом негустой степной растительности. Гумификация приводит к небольшому накоплению гумуса (3,5–4 %). Характерными почвами являются каштановые и темно-каштановые почвы, почти всегда обладающие признаками солонцеватости и залегающие в комплексе с солонцами. Для каштановых почв характерно выщелачивание водорастворимых солей в глубокую часть профиля. В меньшей степени удалены карбонаты. Реакция нейтральная или щелочная. Поглощающий комплекс насыщен основаниями, в солонцеватых видах значительное место занимает поглощенный натрий (особенности солонцеобразования освещены ниже).

Суббореальные полупустынные и пустынные области занимают большую площадь в Средней и Центральной Азии, в Северной Америке. Развиваются бурые полупустынные и пустынные серо-бурые почвы. Образование бурых полупустынных почв протекает при недостатке влаги, при средней и высокой температуре и слабом участии редкой травяной растительности. Характерно сильно выраженное физическое и слабое химическое выветривание. Гумификация очень слабая. Карбонатизация охватывает весь профиль, несколько усиливаясь в средней его части. Почвенные растворы

минерализованы, содержат много натрия. В зольном составе растений большая доля приходится на натрий. Поэтому почвы несут признаки солонцеватости и часто развиваются в комплексе с солонцами. В пустынях почвы засолены, часто на их поверхности образуются корки солей.

Бореальный пояс характеризуется выпадением большого количества осадков при небольшом тепловом режиме. Преобладают территории с гумидным климатом (северные области). Семигумидный ограничен южной частью данного пояса, меньшей по площади. Кора выветривания сиаллитная. Характерны следующие почвообразовательные процессы: подзолообразование, образование дерново-торфянистых почв, болотообразование, образование мерзлотно-таежных криогенных почв.

В таежно-лесных бореальных гумидных формациях количество осадков колеблется в пределах 400–1000 мм. Они превышают испаряемость. Развиваются дерново-подзолистые, подзолистые почвы и др.

В таежно-лесных бореальных семигумидных формациях количество осадков составляет 300–500 мм и несколько преобладает над испаряемостью. Развиваются серые лесные бореальные почвы, преобладают светло-серые почвы.

Бореальные мерзлотно-таежные гумидные формации (Восточная Сибирь, север Канады) характеризуются выпадением 250–400 мм осадков, $KU -0,9-1,2$. Почвы – палевые мерзлотно-таежные, частично осолоделые и солонцеватые. Почвы развиваются в специфических условиях, связанных с вечной мерзлотой. В зимний период промерзание почв сверху сочетается с мерзлотой породы, распространяющейся на большую глубину, например в Якутии, до 500 м. В результате зимой происходит выпячивание поверхности земли, образование микрорельефа. Летом наступает оттаивание слоя почвы на 1–1,5 м.

В условиях семигумидного климата, когда выпадает всего 120–150 мм осадков при небольшой испаряемости, продукты выветривания и почвообразования из-за слоя вечной мерзлоты не могут выноситься вниз. Поэтому летом происходит подтягивание их к поверхности, что вызывает некоторое засоление, а затем осолонцевание и осолодение. Поэтому в Цен-

тральной Якутии, на высоких террасах рек Лены и Вилюя и рядом расположенных землях образуются такие своеобразно засоленные почвы.

Вышеприведенные особенности почвообразования касались лишь собственно зональных почв. Но имеется особая группа почв, относящаяся к интразональным: это солончаки, солонцы, солоди. Специфика почвенных процессов в них сводится к следующему.

Засоление (галогенез, галоморфизм) – процесс накопления растворимых солей в почве, приводящий к образованию солончаковатых и солончаковых почв. Обусловлен главным образом перемещением солей от близкорасположенных грунтовых вод и от засоленных почвообразующих пород, а также солей, приносимых ветром (импульверизация), водными потоками с вышележащих территорий при поливах минерализованной водой (более 1,5 г/л) и осушении болот. Характерными почвами являются солончаки, в которых соли накапливаются в слое 0–5 см. Процесс засоления сильно выражен в субаридных и аридных условиях.

Солонцеобразование. По общепринятой физико-химической теории К.Гедройца, солонцы возникают из солончаков при вымывании водорастворимых солей. Эволюция засоленных почв совершается в ряду солончак – солонец – солодь. На стадии накопления солей в почвенный поглощающий комплекс внедряется натрий. Обладая высокой гидратацией, он способствует диспергации почвенной массы и выносу из верхнего горизонта соединений железа, органических веществ, илистых частиц, которые переносятся вниз, образуя иллювиальный солонцовый горизонт. Он имеет высокую щелочность, придает почве большую вязкость во влажном состоянии и плотность в сухом. Ниже иллювиального горизонта скапливаются водорастворимые соли, образуя солевой горизонт. Высокая щелочность и плохие водно-физические свойства вызывают низкое плодородие солонцовых почв.

В настоящее время существуют и другие теории образования солонцов (магниевая, гальмиролизная и др.). Установлено, что солонцы образуются не только при рассолении солончаков, но и при попеременном воздействии растворов солей, поднимающихся вверх по капиллярам от грунтовых вод, а затем вниз в холод-

ный влажный период. В условиях четко выраженного микрорельефа, где скапливаются атмосферные осадки, процесс рассоления солонцов может сопровождаться усиленным щелочным гидролизом, способствующим разрушению алюмосиликатной части с накоплением в верхнем горизонте аморфной кремниевой кислоты. Так образуются осолоделые почвы с мощным осолоделым горизонтом.

Процесс солонцеобразования может возникать в большинстве биоклиматических поясов в засушливых условиях, если создается временное избыточное увлажнение, а в поглощающем комплексе содержится натрий. На химический состав солей в засоленных почвах и степень их солонцеватости оказывает влияние направление кислотно-щелочных и окислительно-восстановительных процессов. При повышенном увлажнении, создании анаэробных условий, наличии органических веществ в почве развиваются сульфатредуцирующие бактерии, способствующие появлению закисного железа и других соединений и подщелачиванию почвенного раствора. С осушением территории, развитием аэробнозиса в почвах образуются окислы железа и серная кислота, в результате происходит накопление соединений железа, марганца и других соединений. Этот процесс протекает не только в условиях тропического климата, в лагунах, на побережьях, но и в более умеренных климатических условиях. Такова общая характеристика особенностей почвообразования в разных биоклиматических поясах земного шара.

3. Природные условия образования засоленных почв, распространенность их на разных континентах и применяемые методы их мелиорации

В пределах отдельных континентов и разных стран биоклиматические, геологические и другие условия имеют свои особенности, следовательно, и процессы почвообразования протекают по-разному. Образование почв, в основном, имеет зональный характер, и лишь солонцовые и засоленные почвы являются интразональными, возникающими среди зональных почв в результате воздействия растворов солей.

Ниже перейдем к характеристике особенностей условий почвообразования почв на разных континентах, опираясь на данные известных почвоведов-географов (43, 136, 137 и др.), а также приведем результаты исследований местных специалистов по почвоведению и мелиорации.

АВСТРАЛИЯ

Австралия является самым маленьким континентом, растянутым с запада на восток и сжатым с севера на юг. Геологической основой континента является докембрийская Австралийская платформа, занимающая его западную и центральную части. Она осложнена тектоническими движениями положительного и отрицательного знаков. В настоящее время западная часть ее испытывает поднятие. На востоке к платформе примыкает более молодой геологический массив, представленный Большим Водораздельным хребтом.

По условиям рельефа выделяют три крупных региона. На западе – Западно-Австралийское плоскогорье, высотой до 500 м, местами с невысокими, до 1500 м, горами; в середине континента – Центральную низменную равнину с отметками 100–200 м; на востоке – Большой Водораздельный хребет со средневысокими горами.

На территории Австралии образовались следующие почвенно-биоклиматические области: влажная лесная тропическая область (на севере); тропическая саванная область (южнее и юго-восточнее); к западу от нее – тропическая пустынная и полупустынная области. Все вместе они занимают примерно две трети территории. К югу переходят в засушливые субтропические области, расположенные в юго-западной и юго-восточной частях континента. Между ними выделяется субтропическая пустынная и полупустынная области. На крайней юго-восточной части образовалась влажная лесная субтропическая область.

Север Австралии представлен красно-желтыми почвами, типичными для постоянно влажных тропических лесов. Южнее сменяются красными ферраллитными почвами переменно влажных лесов и высокотравных саванн, затем – латеритными глеевыми, коричнево-красными, красно-бурыми почвами сухих саванн и пу-

стынными тропическими почвами. В субтропической зоне они переходят в желтоземы и красноземы, рендзины, коричневые пустынные почвы.

На фоне этих зональных почв образовались интразональные почвы солончакового и солонцового ряда, то есть, засоленные почвы, которые распределены таким образом:

- в тропических семиаридных формациях-полугидроморфные ферраллитные солонцово-осолоделые (солоди, солонцы);
- в аридных тропических формациях - полугидроморфные сиаллитные почвы (солончаки);
- в субтропической семиаридной формации - полугидроморфные карбонатно-сиаллитные солонцово-осолоделые щелочные почвы (солонцы, солоди);
- в аридной субтропической формации - полугидроморфные карбонатно-сиаллитные засоленные щелочные почвы (солончаки).

В наибольшей степени засоленные почвы сосредоточены в западной и юго-восточной частях континента Австралии. В значительной степени их образование связано с воздействием грунтовых вод (Г. Блакберн, 1974), но еще большую роль в засолении играет импульверизация солей с морских побережий (Пенман, 1969).

На юге континента, в субтропической средиземноморской зоне, засоленные почвы имеют свои особенности. На возвышенных участках, сложенных известковыми сланцами и песчаниками, развиваются желтоземы и красноземы, а засоленные почвы почти не встречаются. В пределах пониженной равнины преобладают красновато-коричневые почвы в комплексе с солонцеватыми почвами с мощным карбонатным горизонтом с глубины 60 см. В пределах террас рек встречаются сильно осолоделые солонцы. Мощность осолоделого горизонта достигает 30-45 см, а ниже располагается крупностолбчатый горизонт. В микропонижениях образуются солоди. Солонцы залегают в комплексе с коричневыми почвами. На низменной морской террасе почвы имеют мощный карбонатный известковый горизонт.

Севернее, в аридной субтропической зоне, находятся полупустыни и пустыни. Большинство почв в них отличается сильной загипсованностью и засоленностью. Максимальное засоление отмечается в почвах тяжелого гранулометрического состава. Водорастворимые соли представлены, в основном, хлоридами натрия, количество которых достигает 0,5–2,5 %. С глубины 10–20 см залегает солонцовый призмовидный горизонт, сменяемый карбонатным, а с 60 см – гипсовым. Местное название таких солончаков и солонцеватых почв – пустынные суглинки.

На большом Западно-Австралийском плато породы представлены мезозойскими отложениями с ожелезненной рыхлой корой выветривания. Поэтому почвы обладают ярко-красной окраской, бескарбонатны и имеют нейтральную реакцию. В пределах низких подгорных равнин развиваются карбонатные аридные красные почвы, в которых карбонатность и глубинная солонцеватость вызваны подтоком делювиальных вод. В самой низкой части подгорных равнин, по которым протекают пересыхающие реки, образуются солонцы.

Много интересных данных о почвах Австралии и об особенностях их мелиорации содержится в материалах

IX Международного конгресса почвоведов, который проходил в этой стране в 1968 году. Его участниками были такие известные почвоведы русской школы, как В.А. Ковда,

В.В. Егоров, М.А. Глазовская и др.

Из общей площади почв, используемых в сельском хозяйстве Австралии, 90% отводится под естественные пастбища и всего 2% под распашку. Часть из них орошается пресными водами самой крупной реки Муррей вот уже на протяжении 80 лет. Как отмечает австралийский почвовед Пенман, в этом районе сформировались солонцовые почвы (малли) площадью 81 кв. миль. Несмотря на глубокое (около 6 м) залегание грунтовых вод, для них характерно вторичное засоление. По мнению В.А. Ковды и В.В. Егорова, это является следствием застаивания поливной воды на лежащем ниже плотном водонепроницаемом известковом слое. В то же время без орошения почвы использовать

неэффективно, поскольку количество осадков в долине реки Муррей составляет всего 200 мм в год (В.В. Егоров, 1969).

Вода на орошаемые земли подается в закрытых трубопроводах, с промывным режимом – по 100 мм за полив. Почвы имеют остаточное засоление с небольшой глубины, около 40 см, и представлены хлоридами натрия, к которым весьма чувствительны выращиваемые в этой зоне виноград и цитрусовые культуры. Для борьбы с высокощелочным хлорозом используются желлаты железа и обработка растений раствором цинка. Для борьбы с засолением применяют также посев солевывносливых трав (люцерна, райграс) с нарезанием борозд с целью сбора атмосферных осадков. Благодаря сочетанию горизонтального дренажа на глубину 105 и 165 см с вертикальным дренажом удается в какой-то мере интенсифицировать вынос солей, что положительно сказывается на плодородии почв. Строительство дренажных устройств осуществляется за счет средств фермеров.

Для мелиорации содово-засоленных почв применяют гипсование и промывки сильноминерализованной водой

(Д. Лавдей и др., 1974). Как установлено трехлетними испытаниями, лучшим вариантом является внесение гипса в дозе 12,5 т/га в поверхностный слой (10–15 см).

Таким образом, в Австралии, расположенной в зоне природных поясов субэкваториальном, тропическом и субтропическом, засоленные почвы встречаются в наиболее засушливых условиях. Засоление почв хлоридно-натриевое и содовое. Для борьбы с вторичным засолением применяют орошение на фоне горизонтального и вертикального дренажа. Для мелиорации почв используют гипсование и промывки сильноминерализованной водой. По нашему мнению, высокоминерализованные воды могут вызывать еще большее осолонцевание и иметь негативные экологические последствия. Так, по данным австралийских исследователей, применение минерализованных вод действительно вызывает усиление солонцеватости почв в Южной Австралии.

В Восточной Австралии научными исследованиями, проведенными в 1976-1981 гг. на содовозасоленных почвах установлено улучшение водопроницаемости почв после внесения гипса. Так, на рисовом участке глубина промачивания почвы без внесения гипса составляла 2,1 метра, а после гипсования - 4,5 м. В последнем случае из профиля почв на 1 мм воды вымывалось хлоридов более чем в 2 раза.

В целом же, несмотря на высокоразвитую экономику страны и ее высокий научный потенциал, вопросы мелиорации засоленных почв, хотя и изучаются, но не являются первостепенными. Главное внимание в сельском хозяйстве Австралии направлено на изучение и развитие весьма рентабельной отрасли животноводства - овцеводства, поэтому огромные площади земель отведены под культурные пастбища

АФРИКА

Африканский континент является очень крупным и в геологическом отношении представляет собой единую кристаллическую платформу. Геологическая история континента сложна, характерны неоднократные тектонические движения земной коры положительного и отрицательного знаков, горообразование на крайнем севере и юге, землетрясения, извержения вулканов.

Рельеф имеет такие особенности. На крайнем севере расположена горная система Атласских гор, на юге - Драконовые и Капские горы. В северной приморской части образованы приморские террасы. К югу от экватора расположены большие впадины Конго, Калахари и Чад. В восточной части сформировался Великий Африканский грабен. Преобладающая часть территории Африки имеет равнинный характер.

Породы, выходящие на поверхность, весьма разнообразны. В центральной и южной части они представлены известняками, глинистыми сланцами. Последние на территории пустыни Сахары содержат прослойки гипса и солей. Чехол четвертичных отложений состоит из песков, местами из лавовых отложений, аллювиальных и озерных осадков.

Климат в центральной части экваториальный и тропический, на крайнем севере и юге сменяется суб-

тропическим. Четко выражена широтная зональность климата, с зеркальным отражением к северу и югу. Образуются природные пояса: в центре – экваториальный пояс, к северу и югу – субэкваториальный, затем он переходит в тропический и субтропический. Соответственно прослеживается широтная зональность как растительности, так и почвенного покрова.

Север Африканского континента входит в субтропическую пустынную и полупустынную области. Южнее он представлен тропической полупустынной и пустынной, затем саванной тропическими областями. Приэкваториальная западная часть входит во влажную лесную тропическую область, которая южнее экватора сменяется тропической саванной, еще южнее – тропической полупустынной и пустынной, а затем засушливой субтропической областями.

Все это наложило свой отпечаток на формирование почвенного покрова. Наиболее характерные черты почвенного покрова состоят в следующем (Розанов, 1972). Большую площадь (около 20 %) занимают пустыни и полупустыни, которые расположены симметрично на севере и юге континента. Около 30 % площади не имеет почвенного покрова (пустыни, скалы, латеритные коры и панцири). Особенно много железистых латеритных кор в экваториальной части. Имеет место проявление современного ожелезнения почв в зоне саванн. В районах современного вулканизма большое распространение получили молодые почвы типа андосолов (почвы на лавах и пеплах). Особенно широко представлены древние почвы и коры выветривания и развиты палеогидрогенные солевые аккумуляции в пустынях, особенно в Сахаре. Соли появляются при выветривании морских осадочных пород, кроме того, поступают с юга с континентальным геохимическим потоком. Широтнозональное развитие процессов выветривания на всей территории западнее 30° в.д. имеет аллитный и ферраллитный типы, которые сменяются к югу и северу альферритными, сиаллитно-ферритными и сиаллитно-карбонатными. Характерно почти полное преобладание сиаллитно-ферритного выветривания к востоку от этого меридиана. По направлению к северу и югу от экватора наблюдается подтверждение польнов-

ской схемы общего процесса выветривания на идеальном континенте, то есть последовательное прохождение обломочной, обизвесткованной, сиаллитной и аллитной стадий элювиального процесса. Имеют место четкая широтная зональность почвенного покрова, особенно к западу от 30° в.д., и широкое развитие деградационных природных и антропогенных процессов (эрозия, панциреобразование, латеритизация, засоление и осолонцевание). Поэтому в Африке наибольшую площадь занимают малопродуктивные и неплодородные земли, не пригодные для земледелия, требующие дорогостоящих мелиоративных приемов. Но на территориях, где климатические условия более благоприятны и, в связи с этим, происходят различные почвообразовательные процессы, где и сформировались специфические для Африки типы почв.

В экваториальном климате под влажными вечнозелеными лесами сформировались красно-желтые латеритные ферраллитные почвы с псевдопесчаной структурой, способствующей хорошей их водопроницаемости. В западной части долины реки Конго, где сток замедляется, образуются болотные почвы.

К северу и югу располагается зона красных почв, развивающихся под смешанными листопадно-вечнозелеными лесами и влажными саваннами. При смыве почв образуются панцирные латеритные коры. Увеличение сухости под сухими и опустыненными саваннами и в полупустынях ведет к образованию краснобурых почв с карбонатными конкрециями. В восточной части континента распространены примитивные галечниковые щебнистые почвы, древние солевые коры и солончаки. В оазисах образовались лугово-солончаковые почвы и солончаки. В пределах воздействия субтропического средиземноморского климата залегают коричневые и серо-коричневые почвы, часто обогащенные гипсом и карбонатами. В полупустынях и пустынях развиваются сероземы.

Б.Г. Розанов, принимавший непосредственное участие в изучении почв Африки, отмечает как одну из особенностей почвообразования наличие палеогидрогенных солевых аккумуляций в пустынях. Соли образовались при выветривании меловых и третичных пород и поступают из более высокорасположенных горных

территорий в низменности. Эрозия почв вызывает деградацию почвенного покрова, латеритизацию, выщелачивание солей и местами засоление. Особо выделяется формация слабощелочных, щелочных и засоленных полупустынных и пустынных почв, характерных для районов Северной Африки, в частности для Средиземноморского региона, который тянется вдоль побережья узкой полосой, шириной до двух километров. На этой территории образовались сильнокарбонатные и засоленные сероземы с солончаками, с солевыми гипсовыми известковистыми корами. Большую площадь занимают пустыни каменистые (гаммады) и песчаные (эрги), встречаются солончаки и солончаковые земли.

В отличие от северных районов, пустыни Южной Африки являются более плодородными. На них больше естественной растительности, поэтому земли используются под пастбища. В почвенном покрове развиваются серо-бурые почвы в комплексе с солончаками. Но их поверхность также покрыта известковыми и кремниевыми корочками. Большая часть территории занята красно-желтыми ферраллитными и красными ферраллитными почвами.

Площадь пахотных земель в Африке составляет всего 5 %. Луга и пастбища занимают 27 %, леса и кустарники 21,5 %, а 44,5 % земель не используется вовсе (Розов, Строганова, 1979).

Засоленные почвы встречаются также и на побережье Атлантики (вдоль Гвинейского залива), а также в некоторых оазисах, где они имеют преимущественно сульфатное засоление. В долине Нила, в его нижнем течении и в дельте, развиваются засоленные почвы, для которых характерен содовый тип засоления.

На основании почвенной картографии (Ф. Фурниер, 1965), засоленные почвы Африканского континента подразделены на четыре главные группы: солонцы и осолоделые солонцы; засоленные почвы; щелочные почвы и щелочно-засоленные почвы, т.е. почвы «себ-касы» и «шотц».

Ниже рассмотрим данные исследований, которые проводились в некоторых странах Африки.

Египет. Особенности образования морских террас на северном побережье Африки в пределах Египта изучали Б.Г. Розанов, М.М. Гейфель и Эль-Асави (1982).

Они установили, что в море возникает ракушечниковый барьер, который тянется вдоль берега, образуя лагуну. После отшнурования от берега она превращается в соленое озеро, постепенно заполняющееся золовым и делювиальным наносами. Таким образом территория превращается в очередной террасовый уступ. Эволюция почв проходит путь от солевых маршей через солончаки и солончаковые почвы к светлым сероземам. Главной чертой прибрежных полупустынь Египта является их высокая карбонатность, что объясняется повсеместным распространением мезозойских известняков, дающих основание Сахарской гаммаде. Происходит также и вторичное перераспределение карбонатов в почвах, и образование гидrogenных известковых кор. Окарбончивание почв является также следствием подтока делювиальных потоков, несущих растворимые карбонаты.

На основании проведенных исследований, засоленные почвы были подразделены на почвенно-мелиоративные группы в соответствии с рекомендуемыми приемами повышения плодородия почв. Так, одна из групп объединяет почвы с относительно глубоким (40–80 см) залеганием солей, их рекомендуют использовать в богарном земледелии. Для гидроморфных солончаков предлагается проведение рассолительных мелиораций на фоне планировки поверхности земли, глубокого рыхления и промывок от солей. К группе почв, не пригодных для земледелия, отнесены солончаки «себха» и приморские пески. При орошении почв тяжелого гранулометрического состава минерализованной водой необходимо поддерживать промывной водный режим и применять более интенсивную агротехнику.

М.М. Эльгабали (1971) выделяет в долине реки Нил и его дельте три типа засоленных почв. Первый тип характерен для восточной части дельты Нила, где осолонцевание происходит в результате инфильтрации вод из канала. Грунтовые воды, обладая высокой минерализацией, обуславливают накопление в почвах хлоридов, сульфатов, нормальной двууглекислой соды, т.е. имеет место смешанное засоление. В поливной воде реки Нил также содержится повышенное количество иона HCO_3 , частично связанного с натрием. В этих почвах содержится поглощенный натрий.

Второй тип засоленных почв, обнаруженный в переходной полосе между отложением речного аллювия и эоловыми наносами из пустыни, распространены в районе Феркеш (северо-западная часть дельты). Причиной засоления этих почв является близкое залегание грунтовых вод содового химизма. Почвы сильно карбонатные, иногда содержат до 35 % карбонатов. При таком большом их накоплении содовое засоление почв встречается редко.

Третий тип засоленных почв обнаружен в почвах, залегающих между Каиром и Александрией в депрессии Натрун, с абсолютными отметками поверхности ниже 25 м. Здесь много озер содового химизма. Основная причина засоления почв – принос солей из пород, окружающих эту депрессию. Химизм засоления имеет содовый тип.

Сирия. В этой стране изучался вопрос о степени рассоления и рассолонцевания почв водой разной степени минерализации. В условиях лабораторного опыта выяснилось, что наибольшее рассоление происходит при промывке дистиллированной водой (I. Khalil, 1991).

Ливия. Советская почвенно-экологическая экспедиция провела в Ливии обследование земель на площади 3,5 млн.га. Результаты работ, изложенные И.С. Рабочевым (1982), свидетельствуют о том, что 25% обследованной площади составляют засоленные и подверженные засолению почвы, которые нуждаются в мелиорации и повышении плодородия. Они распространены на низменной равнине, где ведется орошаемое земледелие. Почвообразующими породами являются континентальные и морские соленосные отложения разного гранулометрического состава. Почвы представлены зональными аридными красно-бурями, в разной степени засоленными, в комплексе с солончаками. Выделены следующие подтипы солончаков: гидроморфные, гидроморфные корковые, гидроморфные себха и автоморфные. Наибольшее распространение получили солончаки себха, развивающиеся в бессточных впадинах с близким (0,5–1 м) уровнем грунтовых вод. На поверхности образуется корочка солей. Автоморфные солончаки встречаются на повышенных элементах мезорельефа, где на поверхность выходят соленосные породы. Поми-

мо солончаков, встречаются почвы и с меньшим количеством солей (0,1–0,5% и более).

Тунис. В районе Утик также развиваются гидроморфные почвы себха, поверхность которых оголена или на них произрастают галофиты. Образовались они под воздействием близко расположенных грунтовых вод. В составе солей содержатся хлориды кальция, гипс. Почвы имеют повышенную щелочность и поглощенный натрий.

Проведенные опыты по мелиорации (Ш. Олля и др., 1971), включали промывку от солей на фоне дренажа. Оказалось, что этот прием не только способствовал удалению солей, но и рассолонцеванию, снижению щелочности. Почвы оказались вполне пригодными для выращивания сельскохозяйственных культур.

Сенегал. Исследования Ж. Дюрана (1971) позволили выявить следующие особенности почвообразования в дельте Сенегала. Дельта сложена осадками речного аллювия и морских отложений. Соли, накапливающиеся здесь, обязаны морю. Однако, в отличие от других мест, ведущую роль в процессе солеобразования играют сульфаты. Хлориды же занимают подчиненное место. В этих почвах благодаря обилию сульфатов происходит резкая динамика окислительно-восстановительных условий. Когда территория дельты затопляется морской водой, то протекают восстановительные процессы, вызывающие восстановление серы под влиянием сульфатредуцирующих бактерий. При этом повышается рН, появляется сода. И, наоборот, когда морская вода уходит и начинается паводковый разлив реки, а затем спад воды, то в почвах преобладают процессы окисления, образуется серная кислота, снижается величина рН. Это характерно не только для низких по рельефу участков, но и для повышенных. Использование почв дельты для земледелия вполне возможно, но при этом следует учитывать рельеф местности. Для почв пониженного рельефа необходимо устройство дренажа и орошение. Почвы пониженных участков рекомендуется применять под посевы риса, а повышенных – и под другие культуры.

Судан. Расположен в восточной части Африки и охватывает бассейн реки Нил в его среднем (до Хартума) и верхнем (междуречье Белого и Голубого Нила, так называемая Гезира) течении. Поверхность земли

слабо наклонена с юга на север и представляет собой плато, покрытое различными четвертичными отложениями, подстилаемыми кристаллическими и осадочными породами. Климат относится к тропическому пустынному и полупустынному с подвидами: экстрааридный, аридный и субаридный.

Почвы Восточного Судана, в порядке оказания научно-консультативной помощи, исследовали С.В. Зонн и Эль Тажани (1983), Б.Г. Розанов и др. Авторы выделили на данной территории три биоклиматические горизонтальные зоны: пустынную, саванную и лесную влажнотропическую. В пустынях отмечены следы древнего палеоморфизма (железистые конкреции и др.). Распространены такие почвы: бурые щелочные – экстрапустынные; бурые ферросиалитные нейтрально-щелочные, серые и темно-серые щелочные – пустынные; красные ферросиалитные нейтрально-щелочные – субсаванные; слитощелочные (черные, коричневые, желто-серые).

Для всех почв характерно высокое и среднее содержание поглощенного натрия и повышенная щелочная реакция ($pH = 10$), несмотря на отсутствие морфологических признаков солонцеватости. Судя по ионному составу, почвы имеют содовое засоление, но произрастающие на таких почвах растения не испытывают угнетения.

В центральной части Судана исследования осуществлялись почвоведом П. Бюрингом (1971). Он установил, что почвообразующими породами этой территории являются продукты выветривания кристаллических пород. На огромных равнинах развиваются почвы вертисоли, которые образовались около 10 тыс. лет тому назад на аллювии Голубого Нила, принесенном из пород рядом расположенной Эфиопии. Климат здесь полуаридный тропический, с теплыми и сухими зимами и теплым летом. Характерной чертой солонцеватых вертисолей является наличие поглощенного натрия в большом количестве (до 80 %). Однако морфологическая солонцеватость отсутствует, а растения, в том числе и хлопчатник, развиваются так же хорошо, как и на других почвах. Солонцеватость обнаруживается лишь при химическом анализе. В связи с этим автор высказывает сомнение в том, что натрий является поглощенным и полагает, что часть натрия связана с силикатами. Таким

образом, вопрос солонцеватости и метод его определения требует дополнительных исследований.

Нормальный процесс почвообразования в вертисолях характеризуется ферралитизацией, типичной для гумидных тропических условий. Процесс начинается со щелочного гидролиза, выщелачивания оснований и кремнезема, а заканчивается образованием глин каолинового типа.

В Судане орошение содовых сильнозасоленных почв, содержащих около 6% карбоната кальция, ведется пресной водой хорошего качества, и это вызывает рассолонцевание почв без внесения гипса (Mustafa M.A., Abdel-Magid E.A., 1981).

Чад. На территории этого государства (Центральная Африка) находится крупное озеро Чад. В его северо-восточной части, в береговой зоне, много лет назад была построена польдерная система Бола, позволившая осушить часть озера и использовать эту территорию в земледелии.

На осушенной части озера проводилось почвенное обследование. Установлено, что залегающие близко к поверхности грунтовые воды вызывают определенное засоление почв. Почвовед Ш. Шеверри с сотрудниками (1971), изучавшими состав грунтовых вод разной минерализации и влияние их на солевой состав почв, пришли к выводу, что по мере возрастания минерализации грунтовых вод в почвах польдерной системы Бола последовательно формируется ряд почв – от гидроморфных до засоленных галоморфных. Последние образуются при минерализации грунтовых вод около 12 г/л и выше. Образование щелочных почв характеризует промежуточную стадию постепенного соленакопления, однако при хорошей дренированности она исчезает.

Таким образом, исследования засоленных почв Африки показали некоторое несоответствие теории Гедройца, а именно: высокое содержание поглощенного натрия не отразилось на морфологии почв, в них отсутствовал иллювиальный солонцовый горизонт. Наконец, наличие натрия и повышенная щелочность не имели негативного воздействия на развитие хлопчатника и других культур. В связи с этим возникает необходимость в более совершенных методах определения поглощенного натрия. Если принять во внимание сомнитель-

ную солонцеватость почв, то большинство засоленных почв Африки следует отнести к солончакам и солончакovým.

Для сельскохозяйственного использования таких земель требуется орошение и проведение рассолительных мелиораций. В некоторых местах для промывок применяют минерализованные воды, что чревато образованием вторичной солонцеватости.

ЮЖНАЯ АМЕРИКА

Континент Южной Америки представлен древней кристаллической платформой, которая в разные геологические эпохи подвергалась процессам горообразования. В результате вдоль западной границы континента протянулись горные системы Анд. На востоке возникли обширные низменности водно-аккумулятивного происхождения. Рельеф представлен тремя типами: горами, возвышенными равнинами и низменностями.

Горы Анд тянутся вдоль Тихоокеанского побережья и сменяются в восточном направлении возвышенными равнинами (Бразильское нагорье, Патагонская равнина и др.) и постепенно переходят в низменности.

На континенте выделяется несколько природных поясов: экваториальный сменяется к югу и северу субэкваториальным, затем в южной части – тропическим, далее субтропическим и умеренным. Наибольшая часть материка находится в области экваториальных и тропических широт.

Растительность повторяет климатические особенности и некоторые черты орографии и литологии. Огромная площадь Южной Америки в Амазонской низменности и прилегающих к ней Гвианских и Бразильских нагорьях занята влажными тропическими вечнозелеными лесами (гиллеями). Севернее и южнее они переходят в тропические листопадные леса, затем в саванны. В районах повышенной засушливости их сменяют парковые листопадные леса и кустарники. В горах произрастают горные смешанные леса, а затем субальпийские и альпийские луга.

С учетом особенностей природных условий и почв на территории Южной Америки выделены три биоклиматические области (Розов, Строганова, 1979). Первая – тропическая влажно-лесная, тропическая са-

ванная, тропическая полупустынная и пустынная. Вторая – субтропическая влажно-лесная, субтропическая засушливая, субтропическая полупустынная и пустынная. Третья – суббореальная лесная, суббореальная степная и суббореальная полупустынная и пустынная.

Собственно засоленные почвы встречаются довольно редко. Б.Г. Розанов (1977) выделяет формации слабощелочных, щелочных и засоленных полупустынных и пустынных почв в трех регионах. К первому приурочены Андийский пустынный регион, охватывающий холмистые пустыни Чили и Перу, горные пустыни Центральных Анд и пустынное высокогорное плато Пуна. Почвы и кора выветривания в этих районах очень засолены.

Второй регион находится в пред-андийской кустарниково-сухостепной равнине Гран-Чако. Здесь развиваются коричневые, серо-коричневые почвы и сероземы. Они засолены и образуются в комплексе с солонцами и солодами.

В третьем Патагонском пустынном регионе преобладают слабообразованные полупустынные засоленные почвы, сильнокарбонатные.

Основу экваториального и тропического поясов Южной Америки в зонах влажных тропических лесов и саванн составляют формации кислых ферраллитных, ферритных и аллитных почв. Это красно-желтые ферраллитные почвы, желтоземы, желтоземно-подзолистые почвы. В горных районах развиваются красные ферраллитные почвы, буроземы. В долинах многочисленных рек образуются молодые аллювиальные почвы.

Итак, собственно засоленных почв на данном континенте относительно мало, распространены они преимущественно в пустынях, полупустынях, часто расположенных в предгорьях или горах, а также в приморской полосе. Генезис солей разнообразен, в основном морской и континентальный.

Засоленные почвы приморского региона, протянувшегося от границ с Эквадором до государства Чили, были изучены А. Завалеттой (1965). Длина приморской полосы – около 2 тысяч километров, ее ширина – от 100 м на севере до нескольких километров на юге, что составляет около 11% всей территории Перу. В этом регионе проживает почти треть населения

страны. В земледелии используется всего 10% площади. Выращивают наиболее ценные сельскохозяйственные культуры для экспорта. Климат здесь чрезвычайно засушливый (около 50 мм годовых осадков), поэтому ведется интенсивное орошение. Грунтовые воды залегают близко к поверхности и почвы засоляются. Площадь под солончаками составляет 29%, солончаками-солонцами - 61%. Химизм засоления почв - хлоридный и сульфатный, реже содовый, иногда в почвах встречается гипс.

Оросительные каналы в Южной Америке построены давно. Применяемая для поливов вода горных рек бывает, как правило, минерализованной, что способствует осолонцеванию почв. Поэтому местные специалисты разрабатывают методы по предупреждению их осолонцевания. В частности, по предложению венесуэльского почвоведов И. Пля (1971) мелиорация поливной воды осуществляется путем ее гипсования. Специальная машина для подачи и смешения гипса с водой была сконструирована Келсаллем, Крокфордом и Давейлем (1960).

Для мелиорации собственно засоленных почв аргентинские почвоведы И. Молина и К. Сауберан (1965) предложили высевать солеустойчивые растения на зеленое удобрение, проводить измельчение остатков различных трав с запахиванием их в почву. При их разложении выделяется углекислота, что способствует переводу карбонатов в бикарбонаты, а в конечном счете вызывает снижение щелочности почв и вытеснение поглощенного натрия.

Таким образом, в Южной Америке засоленные почвы образовались в условиях полупустынного и пустынного климата и более распространены в возвышенных равнинах предгорий и в горах, а также в приморской полосе вдоль Анд. Сельскохозяйственное их использование возможно только при их орошении и мелиорации.

СЕВЕРНАЯ АМЕРИКА

Материк Северной Америки отличается большим разнообразием поверхности. Западная его часть представлена высокой горной системой Кордильер, в то время как восточная - равнинами и невысокими горами

Аппалачей. В центральной и восточной части сформированы крупные плоскогорья и равнины. На территории США находится Центральная равнина. Ближе к западу она переходит в Великие равнины высотой 50–1500 метров над уровнем моря и представляет предгорную часть Кордильер. Центральные равнины с востока граничат с Аппалачскими горами, которые тянутся с юго-запада на северо-восток. Кордильеры имеют ряд дуг, в том числе сложенных Скалистыми горами.

На территории Северной Америки наблюдается с севера на юг смена таких природных поясов: арктический, субарктический, умеренный, субтропический, тропический, субэкваториальный. Большая часть территории на севере была когда-то покрыта льдом, поэтому на ней широко распространены гляциальные и постгляциальные отложения, особенно в пределах Канады. Южнее почвообразующими породами являются продукты выветривания горных пород, частично лессы и аллювиальные отложения рек и озер.

В связи с тем, что материк на западе окружен высокими горами, воздушные массы с Тихого океана почти не достигают центральной его части. Расположенные на востоке невысокие Аппалачские горы также сдерживают поток воздушных масс к центру. Поэтому климат приобретает своеобразные черты. Температура воздуха постепенно нарастает с севера на юг, обуславливая широтную поясность климата, но атмосферное увлажнение местами изменяется не по широте, а по долготе. Хотя климат в целом имеет широтную поясность, но конфигурация полос его местами приобретает меридиональное направление.

На континенте представлены все широтные термические пояса – от полярного до тропического. Большая часть их находится в суббореальном климате.

Растительность отражает специфику климата и рельефа местности. Но в целом наблюдается последовательная закономерная смена хвойных лесов на севере хвойно-широколиственными и широколиственными к югу и далее степной растительностью прерий и, наконец, сухостепной, полупустынной и пустынной растительностью.

Изучение особенностей почвенного покрова Северной Америки было начато в конце XIX столетия Уитни и Гильгардом, основоположниками школы почвоведения. Большой вклад в географию почв затем внесли Марбут, Иенни, Келлог, Джонсон и другие. В Канаде и Мексике были созданы самостоятельные почвенные школы. Совместными усилиями они установили основные типы почв Северной Америки, закономерности их образования и распространения.

В частности, отмечено, что на этом континенте почвенный покров весьма разнообразен, и повторяет особенности климата, растительности и рельефа местности. На преобладающей его части, как уже отмечалось, почвообразование протекает в условиях бореального, суббореального и субтропического климатов. Наблюдается поясность почвенного покрова, которая соответствует вышеотмеченной поясности климата. Если на территории Канады однотипные почвы размещаются в широтном направлении, то в США отмечается широтная смена арктических и тундровых почв дерново-подзолистыми почвами. В южной части умеренного пояса и в субтропиках однотипные почвы располагаются в виде полос субмеридионального направления или в виде компактных массивов. На юг от Великих озер и на северо-западе Центральной равнины развитие почв протекает при умеренно-влажном климате. Здесь образовались черноземовидные почвы прерий с нейтральной или слабокислой реакцией почвенного раствора и с большим содержанием гумуса. На границе с Великими равнинами они переходят в черноземы. Эти почвы сильно выщелочены. Но более распространены, особенно на территории Великих равнин и на Колумбийском плато, каштановые почвы. В условиях сухого и континентального климата здесь образовались бурые полупустынные засоленные почвы в сочетании с солончаками. Южнее, в условиях влажного климата юго-востока, сформировались красноземы и желтоземы на глинистых морских и песчаных отложениях.

К западу от реки Миссисипи залегают красновато-черные почвы субтропических прерий и серо-коричневые почвы кустарниковых степей, а на Мексиканском нагорье – сероземы и примитивные почвы суб-

тропических пустынь. Наконец, на Калифорнийском полуострове образовались пустынные тропические почвы.

Низменные территории Центральной Америки представлены красно-желтыми ферраллитными почвами влажных лесов и саванн. На склонах гор преобладают горные бурые лесные почвы.

Соединенные Штаты Америки. Начало исследованиям засоленных почв в США было положено Гильгардом, а несколько позже – Келли. В настоящее время теоретическими вопросами этой проблемы занимается Лаборатория засоленных почв Департамента сельского хозяйства США (С.А. Бауэр), а также некоторые университеты. Исследования по вопросу мелиорации солонцовых почв и борьбы с осолонцеванием при поливе минерализованными водами проводятся на опытных станциях в Калифорнии и других местах. Большое внимание уделяется вопросу вторичного осолонцевания, обоснованию искусственного дренажа на засоленных орошаемых землях (Дон Кирхем, 1965).

Гильгард выделил две группы засоленных почв – солончаки и черные засоленные почвы (содовые солонцы). Келли подразделил солончаки на три основных вида: свободные от растворимого CO_2 (нейтральные), на Са – Na солончаки и тяжелые глинистые солончаковые почвы. В опытах им установлено, что растворимость карбоната кальция может регулироваться выделением углекислоты почвенного воздуха. Поэтому он рекомендовал проводить посев трав на зеленое удобрение или внесение компостов. В качестве перспективных методов предложил высевать бермудскую, родесскую травы, райграс, клевер и донник.

Лабораторией засоленных почв разработаны стандартные показатели степени засоления по осмотическому давлению почвенного раствора и степени солонцеватости. В зависимости от этого в США почвы подразделяют на засоленные, незасоленные, содовые и засоленные содой (С.А. Бауэр, 1971). Выделяют также несколько стадий эволюции солонца в солодь, а также морфологические и химические показатели этих почв. Отмечается, что вытеснение поглощенного натрия из содовых солонцов лучше осуществляется гипсом, карбонатом кальция и серой. Для промывки рекомендуется использовать минерализованную воду.

В Калифорнии, недалеко от реки Колорадо, Р. Бренсоном и М. Файерманом (1960) были проведены опыты по мелиорации солончаково-щелочных почв с близким залеганием грунтовых вод. Испытывали воздействие разных мелиорантов: гипса, сернокислого железа, серы, разведенной серной кислоты и хлористого кальция при орошении на фоне дренажа. Лучшее действие оказал хлористый кальций.

И.Д. Остер (1991) выявил высокую эффективность гипсования на фоне промывки морской водой. В штате Канзас, где выпадает 700 мм атмосферных осадков в год, сотрудники университета провели гипсование содово-засоленных почв (33,6 т/га). В результате прибавка урожая пшеницы составляла по 6,73 ц/га на протяжении пяти лет (Follet и др., 1981).

Для мелиорации содовых солонцов в США применяют серную кислоту, но вносят ее в оросительную воду. Считают, что серная кислота является более эффективным средством для снижения щелочности и удаления поглощенного натрия. Но в ряде случаев было обнаружено отрицательное действие кислотования на урожаи растений. Это объясняют наличием токсичных примесей в отработанной кислоте.

П. Яницкий (1971) предлагает комбинированный метод, состоящий из внесения гипса, соломы и минеральных кислот. При внесении соломы ускоряется вымывание продуктов обмена. Скорость рассолонцевания возрастает также и при внесении разбавленной серной кислоты.

Испытывали воздействие серы на снижение щелочности содовых солонцов, добавляя в нее тиобактерии, окисляющие серу до серной кислоты. В США проведены опыты, показавшие, что внесение серы способствует подкислению верхнего слоя почвы. Однако процесс окисления серы до серной кислоты происходит очень медленно.

Рядом исследователей США установлено, что применение фосфогипса вызывает повышение водопроницаемости почв, а также обогащает почву фосфором, что проявляется повышением урожая сельхозкультур. Применение фосфогипса в определенной мере решает также проблему охраны окружающей среды, поскольку зачастую фосфогипс в США сбрасывают в моря, реки, водоемы.

При норме 4,5 т/га его возможно использовать на половине орошаемой площади (Oster J.D., 1982).

Канада. По данным канадского почвовед Р.Р. Кейнрса (1971), в Канаде солонцовые почвы занимают площадь до 12 млн. га. В западной части государства они встречаются в зоне каштановых почв и черноземов. Почвообразующими породами являются ледниковые и постледниковые флювиогляциальные отложения, которые иногда подстилаются сланцевой коренной породой. Для солонцовых почв характерно высокое содержание поглощенного натрия (17–19%), плохие водно-физические свойства, наличие солей в виде сульфата натрия, а с глубины около 45 см – скопления гипса. Нередко под такими почвами близко залегают грунтовые воды. Часто солонцы залегают в комплексе с осолоделыми черноземами. Продуктивность таких земель низкая.

Б.П. Зимовец (1984), посетивший Канаду в научных целях, отмечает, что солонцовые почвы встречаются в основном в западных и центральных провинциях Альберта, Саскачеван и Манитоба и развиваются на территориях с относительно близким залеганием грунтовых вод, образуя гидроморфные и полугидроморфные комплексы с каштановыми и черноземными почвами. Солонцы отличаются между собой: черноземные преимущественно осолоделые, имеют кислую реакцию в гумусовом горизонте (рН 5,5–6,5) и слабощелочную (рН 7,5–8,3) в иллювиальном горизонте (20–25 см); с 50–70 см залегают карбонатный и гипсовый горизонты. По химизму они являются сульфатно-натриевыми в соответствии с почвообразующими породами и грунтовыми водами. Почвообразующие породы состоят из флювио-гляциальных валунно-пылеватых суглинков. Грунтовые воды залегают в пределах 1,5–7 м.

Солонцы каштановой зоны обладают нейтральной реакцией в верхнем и слабощелочной – в иллювиальном горизонте, залегающем с глубины 15–18 см. Под этим горизонтом находятся карбонаты, гипс и водорастворимые соли. В целом негативные свойства солонцов Канады проявляются в наличии плотного иллювиального горизонта, определяющего низкие агрофизические и физико-химические свойства, а также в накоплении легкорастворимых солей.

Мелиорация солонцовых почв в Канаде ведется в основном тремя методами – агробиологическим, химическим и глубокой вспашкой, а также их сочетанием. Поскольку почвы Канады бедны азотом, то прежде всего их удобряют путем внесения органических веществ (навоза, соломы, зеленых удобрений) и азотных минеральных удобрений. Обычно вносят нитрат аммония, на который сельхозкультуры более отзывчивы. Химическая мелиорация осуществляется путем внесения в почву гипса, извести и других химических мелиорантов.

Опыты канадских почвоведов, проведенные в последние 10–20 лет на территории опытных государственных сельскохозяйственных станций в штате Альберта (каштановая и черноземная зоны), свидетельствуют о недостаточной эффективности внесения только гипса в верхний слой почвы. Его необходимо сочетать, в частности, с нитратом аммония, способствующим повышению растворимости гипса на 30–40%. В конечном счете это способствует лучшему развитию злаковых и бобовых трав. Гипс вносят в дозе 4–5 т/га, нитрат аммония – от 450 до 900 кг/га. Ежегодное их внесение на протяжении 5 лет вызвало повышение урожая кофры (на сено) в 1,5–2 раза. Произошло заметное улучшение физико-химических свойств во всех генетических горизонтах (снижение pH с 7,2 до 6,5). Скорость фильтрации возросла с 34 до 122 мм/час, количество обменного натрия снизилось с 11,2 до 5,44 мг-экв./100 г почвы, количество обменного кальция увеличилось с 7,70 до 13,35 мг-экв./100 г, а содержание водорастворимых солей уменьшилось.

Почвоведы Канады считают, что химическая мелиорация эффективна в солонцах черноземной зоны – как в богарных, так и в орошаемых условиях, а в зоне каштановых почв химическая мелиорация лучше действует только в местах орошения. Так, на Лодбриджской опытной сельскохозяйственной станции провинции Альберта установлено, что при строго дозированной подаче воды способом дождевания, не вызывающего подъема грунтовых вод, происходит вымывание солей из слоя почвы 0–90 см, в том числе и солей натрия (Пальмер и др., 1981). В условиях лабораторного опыта с промыв-

кой каштанового солонца подкисленной водой достигнуто снижение щелочности почв и уменьшение в них поглощенного натрия.

Испытание эффективности разной глубины внесения гипса в Канаде в штате Альберта на степных солонцах (горизонт А -0-8 см, В -8-25 см, содержание обменного натрия в горизонте В -33% от емкости обмена) показало следующее. Внесение гипса 18 т/га на глубину 10-12 см не вызвало положительного действия, а заделка его чизелеванием на глубину 46 см привела к снижению поглощенного натрия и улучшению свойств солонца (Альзубайди, Вебстер, 1982).

В провинции Альберта на осолодевающих черноземных солонцах эффективность мелиорации внесением извести давала значительный положительный эффект, причем более заметно на солонцах, в которые вносили сульфат аммония и сульфат-фосфат аммония (Лавада, Кейрнс, 1979).

Плодородие солонцовых почв Канады повышается также и при внесении азот- и серосодержащих веществ. В максимальной степени этому содействует внесение бисульфита аммония и в минимальной - сульфита кальция. Выявлено, что все азот- и серосодержащие вещества понижают величину рН, увеличивают титруемую кислотность, снижают содержание поглощенного натрия.

Мелиорацию солонцов методом глубокой вспашки канадские ученые осуществляли на основе агробиологического метода, предложенного и разработанного русскими учеными И.Н. Антиповым-Каратаевым и К.П. Паком. По данным Кэйрнса (1980), для мелиорации солонцов методом глубокой вспашки в засушливых районах страны рекомендуется проводить вспашку на глубину 60 см, с перемешиванием горизонтов А, В и С.

ЕВРАЗИЯ

Евразия - это очень большой континент, охватывающий территорию от Атлантического океана на западе до Тихого океана на востоке. На юге он омывается Средиземным морем и Индийским океаном, а на севере - Северным ледовитым океаном и другими северными морями.

Евразия как континент географически разделяется на две части – Европу и Азию. Граница раздела между ними условно проходит с севера на юг по Уральским горам. На обширной территории Евразии одни страны размещены в Европейской части континента, другие – в азиатской. И лишь Россия охватывает часть европейской и часть азиатской территории. Поэтому целесообразнее рассмотреть материалы в географических регионах в такой последовательности: Азия (Центральная и Юго-Восточная), Западная Европа, Восточная Европа, и Северная Азия в границах стран СНГ (бывшего СССР).

АЗИЯ (Центральная и Юго-Восточная)

В наибольшем континенте земного шара, каким является Азия, самые глубокие впадины перемежаются с наиболее высокими горными вершинами. Геологической основой ее являются древние кристаллические щиты (Ангарский, Аравийский, Индостанский). Характерной чертой рельефа является преобладание высоких горных систем, чередующихся с горными плато. Низменности охватывают окраинную часть, но их значительно меньше.

Климат Северной и Центральной Азии – континентальный, на большей части территории – пустынный и засушливый, а в Восточной и Южной частях – муссонный. Наблюдается смена климата с севера на юг – от приполярного до тропического вдоль восточного побережья. Растительность весьма разнообразна: в юго-западной и центральной частях расположены пустыни, полупустыни, травянистые и кустарниковые степи (Аравия, Передняя и Центральная Азия).

В центральной части Азии выделяют такие почвенно-биоклиматические пояса (Розов, Строганова, 1979). На севере – бореальная мерзлотно-таежная область, занимающая очень большую площадь. Южнее она сменяется суббореальной степной областью, затем – суббореальной пустынной и полупустынной областью, которая весьма обширна. Еще южнее она переходит в тропическую саванную область.

В пределах восточной окраины, в ее приморской части, в направлении с севера на юг расположена бореально – таежная область, южнее – суббореальная лесная, еще южнее она переходит во влажную лесную

субтропическую область, и, наконец, в область влажных тропических лесов, которая простирается до экватора.

Почвенный покров весьма разнообразен и отражает особенности рельефа, климата и растительности. Увеличение тепла и влажности с севера на юг вызывает соответствующие изменения в почвенном покрове. Под лесами умеренных широт развиваются подзолистые почвы. В центральных и западных частях Азии увеличивается температура воздуха, но уменьшается количество осадков. Периоды естественного промывания почв сменяются капиллярным подтягиванием вверх почвенного раствора, и почвы становятся нейтральными, с большим количеством оснований и гумуса. Это серые лесные почвы, а в лесостепи и степи – черноземы. Еще южнее, на территории сухой степи, образуются каштановые почвы, в полупустынях – светлобурые, а в пустынях – серобурые и сероземы.

Засоленные почвы в Азии развиваются в условиях континентального климата среди черноземов, каштановых, бурых почв и сероземов как в автоморфных, так и в гидроморфных условиях. В последних их особенно много в нижних террасах рек и дельтах.

С увеличением тепла процесс химического выветривания усиливается, сопровождаясь вымыванием оснований и накоплением полуторных окислов железа и алюминия (феррализация). Поэтому почвы влажных субтропиков приобретают красноватые и желтые оттенки (красноземы, желтоземы и желто-бурые почвы). В умеренно сухих условиях преобладают коричневые почвы сухих лесов и кустарников, а в сухих условиях – серо-коричневые почвы, в пустынях – сероземы.

В тропических условиях процессы ферраллитизации становятся более интенсивными. Под саваннами и сухотропическими лесами образуются красные ферраллитные почвы, которые с увеличением сухости сменяются пустынными бурьми почвами. В Индостане распространены черные почвы сухих саванн – регуры.

М.А. Глазовская (1983) в структуре почвенного покрова Азии выделяет Западноазиатский сектор тропических и субтропических пустынь и полупустынь, а в его пределах – Передне-азиатскую почвенную область пустынных субтропических почв, лугово-сероземных и

аллювиальных почв равнин и горно-коричневых почв. Сюда относятся пустыни северной половины Аравийского полуострова, аллювиальные районы Месопотамии, Иранское нагорье.

В пустынях Ирана, северного Ирака и Сирии на дневную поверхность выходят соленосные отложения миоцена и плиоцена, которые являются одной из причин появления солончаковых и гипсовых пустынь, с гипсовыми почвами. В Аравийской пустыне соли не выщелачиваются, а накапливаются на глубине 5–7 см, иногда образуя иллювиальный солевой горизонт. На севере Аравийской почвенной подобласти распространены субтропические пустыни и пустыни северной части Аравийского полуострова (территория Сирии), которые образовались на аллювии известняков и гипсоносных пород на высоте 900 м. Для них характерен красноватый оттенок, легкий гранулометрический состав, структура крупитчатая. Почвы богаты карбонатами кальция и гипсом, но в них нет признаков солонцеватости. Ниже приведены результаты исследований в некоторых государствах Центральной и Южной Азии.

Иран. На Иранском нагорье с высотами около 1000 метров распространены полынно-солянковые пустыни (гаммады), площадь их около 9 млн га. Почвы имеют красноватую окраску, на поверхности находится темная корочка, местами почвы засолены. По наблюдению Л.Е. Родина и Н.И. Базилевич, солончаковость обнаружена с глубины 15 см, а максимальная засоленность – с глубины 40 см. В целом в высокогорной части нагорья на поверхности известковых и соленосных отложений образовались солончаковые и гипсоносные пустыни. В нижней части нагорья, вокруг соленых озер, распространены солончаковые пустыни и такыры. В солончаках засоление сульфатно-натриевое и хлоридно-кальциево-магниево-натриевое.

Наибольшую площадь территории Ирана занимают горные цепи и возвышенные плато, чередующиеся с крупными котловинами. Преобладают сероземы и серо-коричневые почвы. Большая часть их освоена в земледелии и орошается.

По инициативе ФАО/ЮНЕСКО в Иране проведено изучение действия удобрений на урожай сельхозкультур. Предложено внесение в почвы мочевины, сульфата

аммония, суперфосфата, а также гипса, разработаны поливные нормы, система дренажа.

Пакистан. По данным Назира Ахмада (1965), в Пакистане под сельскохозяйственные угодья используется 25 млн. га, из них орошение водой реки Инд и других рек ведется на площади 13 млн. га.

При почвенном обследовании орошаемых почв Индусской низменности (1941 г.) установлено, что они являются засоленными и часто содержат соду. Основная причина - наличие почвообразующих морских пород, обогащенных солями, а также близко расположенные грунтовые воды повышенной минерализации. Кроме того, соли приносятся из пород выше расположенной территории, а также из речной воды.

Для предупреждения негативных почвенных процессов применяют рассолительную мелиорацию путем промывок. На щелочных почвах дополнительно ведется гипсование и посев трав на зеленое удобрение.

Ирак. Исследованиями И.С. Рассела, и др. (1965) и Л.Т. Кадри (1971) установлено, что засоленные почвы распространены главным образом в Месопотамии, в междуречье Тигра и Евфрата, в средней и южной ее частях, что составляет четвертую часть всех земель государства. Климат здесь континентальный, засушливый, годовое количество осадков колеблется в пределах 0-150 мм. Рельеф равнинный, плоский, с выраженным мезорельефом. Почвы образуются на аллювиальных отложениях рек, имеют мощный профиль и в целом высокоплодородные. Однако в них протекает активный процесс засоления, что обусловлено геосинклинальной геологической структурой. Породы низменности богаты гипсом, карбонатами, поэтому в почвах накапливаются карбонаты кальция, магния (20-30%) и гипс (около 5%).

Химизм засоления разнообразный: хлоридно-сульфатный, содовый и смешанный. Большое место занимают солончаки, местами мокрые, с преобладанием сульфатно-кальциевого, сульфатно-натриевого и магниевого химизма.

Исследователи считают, что засоление почв в значительной степени обязано орошению, которое началось еще 4 тыс. лет тому назад. Хотя состав речной воды в целом благоприятен для орошения (190-

500 мг/л), но засушливый климат способствовал накоплению солей, а низменный рельеф и близкое залегание грунтовых вод вызывали капиллярный подъем солей, что усиливало засоление почв. Дренажные системы здесь никогда не строили. Наблюдается четкое различие в составах солей. В одних почвах накапливаются соли натрия (сода), в других – соли кальция и магния. Однако и при содовом засолении не обнаруживается дифференциация почвенного профиля на элювиальный и иллювиальный горизонты и почвы хорошо оструктурены. Кроме того, в верхнем 30-ти сантиметровом слое происходит накопление гипса.

Для мелиорации содовозасоленных почв применяют промывки с внесением гипса, высевают более солеустойчивые сорта бобовых и зерновых культур.

Индия. Площадь засоленных почв в Индии равна 1 млн га. В основном они распространены в регионах Уттар-Прадеш, Махараштра, Пуньяб и др. Выделяют три группы почв: засоленные, засоленные щелочные и почвы со щелочной реакцией. Собственно щелочные почвы приурочены к Пенджабу, Харайтону и западной части штата Уттар-Прадеш. Индийский почвовед С.Р. Райчаудри (1965, 1971) отмечает, что формирование щелочных почв протекает под воздействием полиаридного климата в понижениях рельефа с близким залеганием грунтовых вод, а также на породах, имеющих слой так называемых канкаров (конкреций из карбонатов кальция).

Автор называет три основных метода мелиорации засоленных почв в Индии: механический (промывка), агрономический (подбор солевыносливых культур) и химический (внесение мелиорантов в виде гипса и других веществ).

Учитывая, что важную роль в эффективности мелиорации играет размер частиц вносимого в почву гипса, центральный НИИ засоленных почв в г. Карнале (Индия) провел специальные опыты. Они позволили прийти к выводу, что наибольшее количество поглощенного натрия вытесняется при внесении частиц гипса менее 2 мм (Шавла, Аброль, 1982).

В сельскохозяйственном университете штата Харьян после посадки риса на почве содового засоления легкого гранулометрического состава проводили преры-

вистое затопление водой хорошего качества. За период опыта в почве снизилось содержание солей, а также уменьшилось количество поглощенного натрия (на 10% от его исходного количества). Следовательно, почвы можно рассолонцевать даже без внесения гипса (Дахья и др., 1982).

Мелиоративное воздействие воды изучали и в опытах Центрального института засоленных почв (г. Карнал). Специалисты объясняют расолонцевание почв биохимическим воздействием корней растений, выделяющих углекислоту, что способствует растворению карбоната кальция почвы с вытеснением поглощенного натрия (Аброль, Бумбла, 1979).

В Индии на рисовых участках перед гипсованием сначала осуществляют промывку почв. Исключительное внимание уделяют выращиванию сидеральных культур (особенно сесбании), внесению навоза, заправке соломы и др. Применение на щелочных почвах фосфогипса является достаточно эффективным средством и приводит к повышению урожая сельхозкультур (Гупта, 1979). Пирит оказался более слабым мелиорантом, чем гипс и фосфогипс.

Для почв, содержащих карбонатные конкреции, индийские специалисты рекомендуют глубокую вспашку с целью разрыхления уплотненной почвенной массы. На аналогичных почвах со щелочной реакцией целесообразно вносить гипс или хлористый кальций, серу, а также органические остатки (зеленое удобрение). Для облегчения выноса продуктов обменной реакции эффективны глубокая вспашка и полив. Необходим также подбор солевыносливых трав, введение специальных севооборотов. Все мероприятия следует осуществлять на фоне устройства дренажа и промывок.

Ряд исследователей (С.К. Де, С.К. Сривастава, Г.П. Сривастава, 1971) предлагают использовать более экономичный способ мелиорации, а именно: внесение измельченных остатков сорных растений (например кактусов и др.) в дозе 5 т/акр, гипса в дозе 5 т/акр, суперфосфата на фоне орошения в системе севооборота рис-пшеница-рис. Как показали исследования, остатки сорных растений содержат большое количество кальция, фосфора и азота. Поэтому в почве происходит вытеснение поглощенного натрия и выщелачивание солей.

Проводились также опыты по мелиорации засоленных почв путем гипсования и промывок пресной и морской водой. Урожай растений оказался выше после использования морской воды (Дубей и Мондал, 1991).

Таким образом, в Индии применяют дифференцированные приемы мелиорации, в основе которых лежат орошение, дренаж, внесение гипса с добавкой органики и минеральных удобрений. Первостепенное внимание направлено на удаление солей промывкой, а затем — на рассолонцевание почв химической мелиорацией.

Китай. На территории этой страны М.А. Глазовская выделяет два почвенных сектора, в которых встречаются засоленные почвы. К ним относятся Центральноазиатский сектор субтропических степей и пустынь, а также Восточноазиатский субтропический лесолуговой почвенный сектор. Здесь высочайшие горные системы перемежаются с котловинами, низменностями, занятыми речными долинами с аллювиальными почвами, часть которых засолена. Они охватывают территорию Китая и отчасти Монголию.

Как отмечают китайские почвоведы (Shou-ren Zhao др., 1991), в Китае имеется около 5 млн га засоленных почв, которые широко распространены по территории в направлении с юга на север в семигумидной, семиаридной и аридной зонах. Эти почвы интразональны, но все же состав и свойства их несколько различаются, отражая особенности каждой природной зоны.

Советские почвоведы И.П. Герасимов, В.А. Ковда, В.В. Егоров и другие совместно с китайскими специалистами выявили главные генетические типы почв и установили, что в Китае наблюдается широтная и вертикальная зональность почвенного покрова.

В Северо-Западном Китае (южном Синьцзяне), где горные хребты сменяются равнинами и котловинами, расположены пустыни. В этой зоне происходят активные тектонические движения и разломы земной коры. Подземные воды циркулируют по трещинам и связаны с грунтовыми водами. В тех и других среди солей обнаружена сода, с чем связано образование в пустынях хлоридно-сульфатного и содового типа засоления. В.В. Егоров (1961) высказывает свою точку зрения на появление соды в почвах данного и других регионов. Если

породы представлены глинами с высоким содержанием поглощенного кальция, то появившиеся из грунтовых вод растворы соды нейтрализуются за счет обменных реакций между натрием соды и кальцием поглощающего комплекса глин. В этом случае засоление почв имеет хлоридно-сульфатный состав. Но если породы имеют легкий гранулометрический состав, с малой емкостью обмена и небольшим содержанием поглощенного кальция, то сода в почвенном растворе сохраняется, и таким образом развиваются щелочные почвы.

В пустынях Синьцзяна почвы имеют легкий гранулометрический состав и поэтому содовое засоление здесь широко распространено. Встречаются почвы то хлоридно-сульфатного, то содового засоления. При освоении таких почв необходимо строить вертикальный и горизонтальный дренажи, делать промывки. К этому мнению пришли и китайские почвоведы, отмечающие, что решающую роль в улучшении солонцовых и засоленных почв в условиях умеренно-теплого климата Китая играет прежде всего вода (промывки, орошение, дренаж), а затем физико-химические и агротехнические мероприятия (гипсование, известкование, внесение удобрений и севообороты).

Местное население борется с содовым засолением с помощью внесения органики (навоз, компост), что способствует выделению углекислоты и преобразованию нормальной соды в двууглекислую, менее вредную для растений. Используются с этой целью также и минеральные удобрения.

Монголия. Имеется ряд публикаций советских почвоведов, посещавших Монголию в разные периоды в связи с оказанием научно-консультативной помощи или в связи с совместными экспедициями советских и монгольских почвоведов, ботаников и других специалистов. В одной из таких экспедиций участвовали сотрудники Почвенного института АН СССР Е.И. Панкова и Л.П. Рубцова. Они отмечают (1983), что более половины территории Монголии занято сухими и опустыненными степями с резко континентальным климатом. По рельефу вся эта территория располагается в области низкогорий, мелкосопочников, пролювиально-аллювиальных равнин и понижений. Почвообразующими породами на пролювиально-

аллювиальных равнинах являются незасоленные и незасоленные супесчано-галечниковые отложения. Естественная дренированность преобладающей части территории Монголии является хорошей, грунтовые воды залегают глубоко и не принимают участия в почвообразовании. В замкнутых депрессиях и понижениях породы представлены суглинисто-глинистыми отложениями, нередко засоленными. Преобладают незасоленные породы легкого гранулометрического состава.

Почвенный покров сухих степей представлен каштановыми почвами легкого гранулометрического состава, а в опустыненных степях – бурьми пустынно-степными почвами. Количество водорастворимых солей невелико, около 0,1%, натрия – около 1 мг-экв/100 г почвы. В целом это автоморфные не засоленные и не засоленные почвы сухих степей. Засоленные почвы приурочены к приозерным понижениям, областям геохимического стока, а также находятся в местах выклинивания грунтовых вод, в поймах рек. Авторы выделяют две группы засоленных почв: поверхностно-засоленные (вверху засоленные, внизу профиля незасоленные) и глубоко-профильнозасоленные (содержащие соли во всей почвенной толще и в почвообразующей породе). Первые образуются в местах выклинивания грунтовых вод. Химизм солей нейтральный, а иногда с участием соды. Сказывается состав выклинивающихся грунтовых вод.

Глубокопрофильнозасоленные почвы обязаны засоленным почвообразующим породам озерного происхождения. Состав солей хлоридно-сульфатный или сульфатно-хлоридный. Почвы отражают черты реликтового и современного засоления.

В сухих и опустыненных степях засоленные почвы гидроморфного ряда относятся к солончакам, солончакам-солонцам, луговым солончаковым почвам. Со снижением грунтовых вод начинают образовываться солонцовые почвы. Авторы выделяют две стадии почвообразования: на первой стадии образуются гидроморфные и полугидроморфные солонцы, на второй – лугово-степные почвы. Такие почвы распределяются по бортам котловин на повышениях рельефа. В связи с ограниченным распространением засоленных почв проблема их мелиорации в этом районе не является актуальной.

Таким образом, в зарубежной Азии, ее центральной, южной и восточной частях, преобладают солончаки и солончаковые почвы в соответствии с особенностями климата. Ведущими приемами мелиорации являются рассолительные мероприятия. Проблемой солонцовых почв серьезно занимаются, главным образом, в Индии, где используются дифференцированные приемы улучшения.

ЗАПАДНАЯ ЕВРОПА

Европа входит в субконтинент Евразии и простирается от морского побережья Атлантики до Уральских гор на востоке. Древней геологической основой материка являются кристаллические щиты – Балтийский и Донецкий. На протяжении ее геологической истории происходили тектонические движения земной коры, образование гор и широких низменностей. Совершались морские трансгрессии и регрессии, неоднократные оледенения. Рельеф поверхности представлен горами (юг и юго-запад) и равнинами.

Климат Европы преимущественно мягкий и влажный, но в разных ее частях он изменяется. В пределах южной полуостровной части Европы, в том числе Пиренейского, Апеннинского и Балканского полуостровов, а также Закавказья тип климата – средиземноморский и, в зависимости от атмосферного увлажнения, колеблется от аридного (Азербайджан) до гумидного (Колхида). Характерной чертой средиземноморского климата является влажная зима и сухое лето.

В центральной части Европы формируется суббореальный климат, с колебаниями по степени увлажнения от влажного морского на западе до засушливого континентального на востоке.

На севере Европы суббореальный климат переходит в бореальный, затем в полярный и арктический. Четко выраженная зональность климата отмечается лишь на территории Восточно-Европейской части (бывший Советский Союз и другие страны).

Растительный покров отражает особенности климата и орографии. Так, на Восточно-Европейской равнине хорошо выражена широтная зональность. С севера на юг растительность изменяется от тундровой и лесотундровой до хвойных и хвойно-широколиственных лесов, пе-

реходящих в широколиственные леса, затем в луговые разнотравно-ковыльные степи. Последние сменяются сухими степями, опустыненными степями и пустынями. Однако в пределах Западной Европы такой четкой смены растительности не происходит. На севере произрастают хвойно-широколиственные леса, которые к югу уступают место широколиственным лесам. В южной средиземноморской зоне растительность состоит из ксерофильных широколиственных лесов и кустарников средиземноморского типа.

С учетом почвенно-биологических поясов (Розов, Строганова, 1979) наибольшая часть Европы и частично Азии находится в пределах бореальной таежно-лесной почвенной области. Эта область представлена ульматно-фульватно-сиаллитными и глее-сиаллитными кислыми таежно-лесными подзолистыми почвами, а также фульватно-карбонатно-сиаллитными слабо кислыми широколиственно-лесными (серые лесные почвы). Ближе к югу располагается суббореальная степная почвенная область, составляющая по площади примерно половину первой. Еще южнее (полуостровная часть) наблюдается переход в засушливую субтропическую почвенную область.

В гумидной области суббореального пояса развиваются ульматно-сиаллитные кислые широколиственно-лесные (бурые лесные) почвы. В семигумидной области – серые лесные (лесостепные). В семиаридной области – гуматно-монтмориллонитово-карбонатно-сиаллитные нейтральные степные (черноземы обыкновенные, жужные); гуматно-карбонатно-сиаллитные слабощелочные сухостепные (темно-каштановые и каштановые) почвы. В аридной области формируются фульватно-карбонатно-сиаллитные слабощелочные полупустынные (светло-каштановые и бурые) и другие почвы.

Особенности распространения и некоторые черты таких почв освещены М.А. Глазовской (1983). Выделенный ею суббореальный лесо-луговой сектор буроземов, бурых лесных почв представлен Карпатско-Дунайской почвенной областью, куда входят страны Центральной Европы (Венгрия, северная часть Болгарии и бывшей Югославии). Здесь находятся Среднедунайская и Нижнедунайская низменности, местами пересекающиеся с Южными Карпатами. Низменности являются

аллювиальными равнинами. Именно в них и происходит соленакопление в грунтовых водах и почвах, что обусловлено засушливыми периодами летом на фоне влажного и мягкого климата. Из зональных почв формируются выщелоченные черноземы, а в восточной части – серые лесные почвы. Среднедунайская, или Венгерская низменность, сложена древнеаллювиальными и современными четвертичными отложениями, частично озерными осадками. Основной чертой этого региона является гидроморфизм с четко выраженным накоплением солей в почвах и близко залегающих грунтовых водах. На этой территории развиваются солончаки, солонцы и солоды, а также лугово-болотные почвы. Почвы имеют преимущественно содовый химизм. Наибольшую площадь занимают солонцы, особенно в междуречье Дуная и Тиссы. На севере Среднедунайской низменности солонцы сочетаются с лугово-черноземными почвами, а в условиях более высокого рельефа – с черноземами.

В Нижнедунайской низменности засоленные и солонцовые почвы образуются в восточной ее части и имеют преимущественно хлоридный и сульфатно-хлоридный тип засоления; они представлены луговыми солончаками и солончаковатыми почвами в комплексе с лугово-болотными, приуроченными к поймам и надпойменным террасам Дуная, а также к низменному побережью Черного моря.

К западу от меридионального течения Дуная, в пределах Румынской равнины, процесс засоления наблюдается в разных типах почв. Почвы имеют хлоридно-сульфатный, сульфатно-хлоридный и содовый состав солей. Представлены эти почвы луговыми солончаками и солонцами в комплексе с лугово-черноземными почвами.

Среднедунайская низменность охватывает и часть территории бывшей Югославии. На ней распространены черноземы в комплексе с лугово-черноземными солончеватыми и солончаковатыми почвами. В пределах Нижнедунайской низменности, куда входит часть территории Румынии, встречаются черноземы карбонатные, обыкновенные и выщелоченные.

Ниже приведены результаты исследований в некоторых странах Западной Европы, в которых наиболее широко распространены засоленные почвы.

Венгрия. Засоленные почвы здесь расположены, как сказано выше, в Среднедунайской, или Венгерской, низменности. Они занимают относительно большую площадь (1,2 млн га) и интенсивно используются в сельском хозяйстве (И. Сабољч и др., 1980). Поэтому с давних времен к ним привлечено большое внимание исследователей. В 1920 г. крупнейший почвовед Э. Зигмонд установил, что засоленные почвы проходят ряд последовательных этапов: накопление щелочных катионов на стадии солончаков; поступление натрия в поглощающий комплекс; выщелачивание солей до величины 0,1–0,2% и образование солонцов, а затем солодей с признаками ненасыщенности основаниями. Эта градиация вполне соответствует классической триаде засоленных почв, предложенной еще в 1912 г. К.К. Гедройцем.

Исследования других почвоведов страны показали, что образование таких почв на Венгерской равнине происходит за счет воздействия близко залегающих грунтовых вод, как правило, обогащенных содой. Химизм солей в них бывает содовый, хлоридно-сульфатный и смешанный (И. Сабољч, 1965). Залегают они в комплексе с луговыми аллювиальными почвами, а также с черноземами, содержащими поглощенный натрий в разном количестве.

Для повышения плодородия засоленных почв Тешшедик еще в XVIII веке предложил метод «дигозаш». Он состоит в том, что на поверхность почвы помещают слой в 5–12 см незасоленной почвы или подпочвы, содержащей карбонат кальция. Этот прием используется и в настоящее время.

Многочисленные опыты, проведенные в Венгрии в разные годы, позволили разработать дифференцированные приемы мелиорации засоленных почв. Для тех, которые содержат соду и имеют высокое рН, лучшим способом является внесение гипса, что обеспечивает нейтрализацию соды (И. Преттенхоффер, 1971).

На бедных известью кислых солонцеватых почвах более эффективно внесение на глубину 5–7 см известняка, отходов сахарной промышленности, гашеной извести или массы залегающего ниже карбонатного слоя почвы (Ш. Арань, 1957).

Для мелиорации сильнощелочных почв, содержащих известь и развивающихся при близком залегании минерализованных грунтовых вод, до 150 см, сначала необходимо построить дренаж, а затем внести химический мелиорант (гипс, лигнит, серу).

В междуречье Дуная и Тисы, где солончаки и солончаковатые солонцы используют обычно только под залежь, можно применить один из двух приемов мелиорации – или внесение удобрений, желательнее при орошении, или химическую мелиорацию с внесением гипса, лигнита на фоне орошения (Ш. Херке, и И. Хармати, 1965). Остепняющиеся солонцы возможно окультурить внесением гипса или дефеката небольшими (5–15% от полной) дозами. Урожай сельхозкультур при этом повышался на 10–20% (Д. Абрахам, 1965).

В Венгрии уделяют внимание более совершенным методикам внесения мелиоранта в почву. Так, И. Бочкаи, И. Паточ (1978) для освоения остепняющихся луговых солонцов с залеганием грунтовых вод 3–5 м, разработали способ двухслойной мелиорации. В горизонт А на поверхность вносят 20 т/га извести, а в горизонт В (16–36 см) – специальной машиной – 20 т/га гипса, примерно по 5 т/га каждые 4 года. Кроме того, проводят рыхление почвы до глубины 60 см.

Изучали также возможность применения малых доз гипса по А.М. Гринченко. Из смеси гипса и дефекационной грязи готовили гранулы и вносили их в дозе 5–10 ц/га. В целом этот метод способствует повышению плодородия солонцеватых почв, но для злостных солонцов он вовсе не пригоден. К тому же действие малых доз не получило теоретического обоснования (И. Сабольч и Л. Абрахам, 1959).

На солонцах с залеганием карбонатов кальция на глубине около 60 см положительное действие оказывает глубокая вспашка (агробиологический метод по Антипову-Каратаеву и Паку).

Опыты с применением разных удобрений позволили установить наиболее эффективное воздействие азотных. Венгерские почвоведы активно изучали также возможность использования в качестве мелиорантов различных отходов промышленности. Установлено (И. Бочкаи, 1971), что весьма перспективным является

применение отходов нефтеперерабатывающей промышленности в виде смол. В жидком виде их смешивают с древесными опилками и вносят в почву, добавляя еще и минеральные удобрения.

Многие авторы подчеркивают высокую эффективность биологического метода мелиорации в виде посева трав с последующим запахиванием в почву зеленой массы.

Венгрия является научным центром исследования засоленных почв в Западной Европе. В институте почвоведения и агрохимии Венгерской Академии наук глубоко занимаются такими теоретическими вопросами почвоведения, как выявление генезиса засоленных почв с применением коллоидно-химических и физико-химических методов (Ди-Глерия и др., 1958) воздействие соды на состав глинистых минералов (Л. Гереи, 1965); связь между минералогическим составом и щелочностью почв (Ф. Матэ, 1968); особенности структуры почвенных растворов (К. Дараб, 1980) и др. Как показано выше, венгерские почвоведы внесли огромный практический вклад в разрешение проблемы мелиорации солонцов разного генезиса.

Почвоведы Венгрии принимали активное участие в Международных совещаниях по мелиорации засоленных почв, с организацией одного из симпозиумов в своей стране, посещали страны, в том числе и Украину, где ведутся исследования по данной и другим проблемам почвоведения. Под редакцией И. Сабольча был издан сборник «Солонцы Европы и их мелиорация» (1971). В рамках научного сотрудничества была подготовлена и издана коллективная монография «Моделирование процессов засоления и осолонцевания почв» (под ред. В.А. Ковды и И. Сабольча, 1980).

Румыния. Площадь засоленных почв в этой стране составляет 250 тыс. га. Они образовались в крупных низменных районах – в Тисской низменности, в северо-восточной части Румынской равнины и частично на Трансильванском и Молдавском плато (К.В. Опря, 1965, Н. Флоря, 1975). Основными почвообразующими породами являются аллювиальные отложения, местами – лессы и донные отложения. На западе Румынской равнины образовались продукты выветривания кристаллических пород, а на юго-востоке почвообра-

зующие породы представляют собой наносы, принесенные с холмистых нагорий, содержащих водорастворимые соли. Поэтому состав солей в почвах различный. В первом случае засоленным почвам свойственно содовое, а во втором – хлоридно-сульфатное засоление. Все почвы преимущественно развиваются при близком залегании грунтовых вод (2–5 м) различной степени минерализации и состава. При этом на составе солей сказывается влияние климата. В зоне лесостепи почвы имеют содовое засоление, а в зоне сухой степи – хлоридно-сульфатное. В целом все факторы почвообразования (климат, состав почвообразующих пород, грунтовые воды) обусловили большое разнообразие процессов соленакопления в засоленных почвах Румынии (Н. Флоря, И. Мунтяну, 1971, Н. Флоря, 1975), в результате чего образовались солончаки, солонцы и солоди. Зональными почвами являются черноземы.

При сельскохозяйственном освоении засоленные почвы отводятся преимущественно под малопродуктивные луга и пастбища. Для перевода их в пахотные земли осуществляют комплекс мелиоративных мероприятий.

Опытами научно-исследовательского института почвоведения Румынии было установлено, что применение комплекса мелиоративных мероприятий (фосфогипс 15 т/га на фоне капитальной планировки, дренаж, промывки, безотвальная вспашка, ежегодное внесение азотных удобрений) вызвало рассолонцевание почв и повышение урожая. На 3-й и 4-й годы урожай кормовой свеклы был выше соответственно на 90 и 117%, чем на контроле (193). После радикальной мелиорации эти почвы можно использовать под посевы полевых культур (Г. Обрежану, Г. Санду, Н. Рудзин и др., 1971).

Румынскими исследователями установлено, что хорошим мелиорантом является фосфогипс. За четыре года опытов на корковых солонцах и солончаках-солонцах внесение 15 т/га фосфогипса на фоне капитальной планировки, дренажа, промывок, ежегодного применения азотных удобрений (сульфат аммония) содержание поглощенного натрия уменьшилось с 22 до 7%, а урожай суданской травы был на 60% выше, чем на контроле (Гупта, 1979).

Многие земли находятся в районах перспективного орошения, поэтому возникает необходимость в комплексных приемах мелиорации, в частности, гидротехнических (дренаж, планировка поверхности земли, промывка от солей), химических и агротехнических (рассолонцевание), а также биологических (подбор солевыносливых растений, разработка специальных севооборотов).

Югославия. Хотя Югославия, как государство уже не существует, мы все же оставим это название, как географический факт. По данным югославских почвоведов (Н. Милькович, Н. Пламенац, 1971), засоленные почвы занимают площадь 255–264 тыс. га, большая часть которых приурочена к территории Воеводины, находящейся в северо-восточной части страны в пределах степной и лесостепной зон. В южной части страны, в Македонии, имеется около 11 тыс. га таких земель. Кроме того, на Адриатическом побережье развиваются почвы (около 18 тыс. га), подверженные морскому засолению.

Н. Милькович (1965), характеризуя регион Воеводины и развивающиеся здесь почвы, отмечает следующее. Климат континентальный, умеренно-сухой. Засоленные почвы встречаются на разных террасах рек с близким залеганием грунтовых вод, связанных с подземными водами, обогащенными содой. Почвы представлены солончаками, солончаками-солонцами, солонцами и солодями. Химизм солей в почвах, как и степень их засоления, зависят от многих факторов. Наблюдается большое их разнообразие по солевому составу. Наиболее характерной чертой засоленных почв региона является преобладание карбонатов, бикарбонатов и хлоридов.

В солонцах отмечается очень высокое содержание поглощенного натрия, вызывающего большую уплотненность иллювиального горизонта, слабую водопроницаемость, а в целом низкое их плодородие. Поэтому только небольшая часть территории используется под полевые культуры, а преобладающая – под малопродуктивные луга и пастбища. Отсюда вытекает актуальность проблемы мелиорации таких земель. По мнению Н. Милькович и Н. Пламенац (1971), повышение плодородия засоленных почв возможно лишь при комплексном

подходе: устройство гончарного дренажа, орошение, внесение в почву гипса и использование карбонатов кальция при глубокой вспашке (40 см), внесение навоза. При этом достигается заметное выщелачивание солей из почвы, уменьшение поглощенного натрия и снижение рН. Засоленные почвы побережья Адриатического моря развиваются в условиях влажного климата. Количество осадков колеблется в пределах 560–1450 мм, средняя годовая температура воздуха равна 13–17 С°. П. Блашковичем (1971) установлено, что в этом районе развиваются зональные красно-коричневые почвы. Сильные соленые ветры с моря приносят морскую пыль, вызывающую засоление почв. Даже на ветках деревьев от такой пыли образуются корочки солей. Почвообразующие породы включают продукты выветривания известняков разного возраста, четвертичные ледниковые отложения, аллювиальные наносы рек, а также опесчаненные лессы.

Рельеф побережья равнинный. Растительность самая разнообразная – от луговой до кустарниковой, а на возвышенных берегах – лесная.

Основной причиной засоления почв является морская вода (затопление низких побережий, эоловый перенос). В дельтах и устьях рек засоление носит четко выраженный гидроморфный характер и связано с близким залеганием грунтовых минерализованных вод. Выделяются засоленные и содовые почвы.

П. Блашкович приводит карту Адриатического побережья с указанием регионов засоленных почв. Разработана также их классификация. Предложен ряд приемов, предупреждающих засоление почв: спрямление русел рек, защита от нагона ветром морской воды, дренаж, промывка солей, посадка леса. Для мелиорации карбонатных засоленных почв рекомендуется внесение серы или гипса.

Чехословакия. Чехословакия тоже распалась на Чехию и Словакию, но исследования проводились в пределах бывшей Чехословакии. На основании крупномасштабного картирования, проведенного в трех географических районах Чехословакии (Южная Моравия, Подунайская низменность и Восточно-Словацкая равнина), составлена характеристика засоленных почв, занимающих площадь 105 тыс. га

(Ю. Грашко, 1965, 1971). В Южной Моравии они представлены солончаками и засоленными почвами, образовавшимися под влиянием грунтовых вод и солей почвообразующих пород на речном аллювии и мергелистых отложениях. Зональными почвами являются черноземы, луговые черноземы. На этой территории преобладает нейтральное засоление.

Почвы Подунайской низменности (аллювиальные луговые, солонцы луговые, солонцы-солончаки) засолены содой, поступающей из грунтовых вод. В Восточно-Словацкой равнине засоленные почвы образовались как на лессовых отложениях, так и на аллювиальных наносах рек. В первом случае преобладают солонцеватые почвы с отчетливо выраженным иллювиальным горизонтом, во втором – солончаки. Развиваются также луговые солонцеватые, лугово-черноземные солонцеватые, солонцы и солончаки. Почвы в настоящее время используются под пастбища, но в перспективе намечается их мелиорация.

Научно-исследовательским институтом почвоведения и питания растений Чехословакии испытан метод двухслойного внесения гипса в горизонты А и В для мелиорации дренированных содовых солонцов. Гипс в дозе 60 т/га вносили в горизонт В при отвальной вспашке на 40 см, в слой 0–20 см – по 20 т/га. После двухслойной мелиорации улучшились физические свойства в слое 0–40 см, снизился коэффициент дисперсности, повысилась водоустойчивость агрегатов почвы, урожайность сельхозкультур заметно возросла.

Болгария. Засоленные почвы встречаются на небольшой территории – 25 тыс. га (Л. Райков, Я. Карварджиев, 1971). Они представлены в основном луговыми солонцами и луговыми солончаками-солонцами и приурочены к террасам Дуная и к побережью Черного моря, то есть, расположены в зонах перспективного орошения этой страны. Поэтому вопрос их мелиорации требует практического разрешения.

Развитие почв протекает под влиянием близко расположенных грунтовых вод (0–2,5 м) с минерализацией 1–3 г/л и содовым химизмом. Химизм солей в почвах – хлоридно-сульфатный, содовый и смешанный. В корковых и среднестолбчатых содовых солонцах содержится много поглощенного натрия (50–60, местами

до 90% от емкости). Величина рН колеблется в пределах 8–9,5. В солончаках количество солей достигает 1–3% (Л. Райков, Я. Каварджиев, 1965, 1971, И. Воденичаров, 1959).

Опыты по мелиорации солончаков и солонцов показали, что повышение их плодородия возможно только на фоне дренажа. Из химических мелиорантов (гипс, лигнит, хлористый кальций) наибольшей эффективностью обладает гипс в сочетании с навозом и минеральными удобрениями. На содовых солонцах глубокая вспашка и рыхление совершенно неэффективны. Из минеральных удобрений лучшее действие оказывает аммиачная селитра, нитрат кальция и суперфосфат.

По данным института почвоведения и программирования урожаев им. Н. Пушкирева, гипсование лугового солончака-солонца содово-сульфатного типа засоления (рН 10,4, количество поглощенного натрия до 80%) вызвало большой положительный эффект на территории с искусственным дренажом глубиной 2–3 метра, без промывок, при выпадении атмосферных осадков 600 мм в год. Гипсование осуществлялось до глубины 40 см.

Через 8 лет количество поглощенного натрия снизилось в два раза, уменьшилось содержание водорастворимых солей. Урожай зерновых культур увеличился в 1,5–2 раза на 4–9 год после внесения гипса, а положительные последствия прослеживались в течение 20 лет.

Я. Каварджиевым (1980) испытано совместное внесение гипса с органическими веществами (навоз, торф, лигнит). Последний содержит: органическое вещество –51,6%; карбонат –15,1%; серу –3,1%; общий азот –0,65%; фосфорную кислоту –0,3%. Опыты проводились при орошении на фоне дренажа. Добавление органических веществ ускорило рассолонцевание почвы.

Португалия и Испания. Рассмотренные выше засоленные почвы Европы развиваются главным образом в условиях суббореального пояса. Однако они встречаются и южнее, в условиях субтропического пояса, где расположены Португалия, Испания, Греция и другие государства. В Португалии их площадь составляет 20 тыс. га, а в Испании –840 тыс. га.

Исследованиями Карвальо Карадозо (1971) установлено, что в Португалии встречаются два типа галломорфных почв: несодовые хлоридно-сульфатные и содовые. Наибольшая их часть (22,7 тыс. га) сосредоточена на побережье Атлантического океана в лагунах (сапанах). Нейтральный тип их засоления определяется воздействием морских вод в период приливов и отливов, а также составом речной воды в приустьевой части рек.

Сорокалетний опыт освоения таких земель позволил разработать целый комплекс мелиоративных мероприятий. Он включает защиту низких участков побережья от приливов морской воды путем обвалования; устройство дренажа; промывки от солей; внесение карбонатов кальция или окиси кальция и гипса; глубокую вспашку почв; внесение органических и минеральных удобрений; специальные севообороты при интенсивном орошении. Это позволило выращивать такую ценную культуру, как рис.

Примерно такой же характер засоления имеют почвы и в Испании (Р. Ковиан, 1971). Они образовались возле лагун, например в Севилье, в долине реки Гвадалквивир. В дельте этой реки около 140 тыс. га занимают засоленные почвы, в которых минерализация поровых растворов колеблется в широких пределах – от 1 до 141 г/л. В их составе присутствует сода. Мелиорация проводится путем обвалования территории, строительства дренажа, промывок, внесения кальциевых солей и минеральных удобрений. Это позволило превратить неудобные для земледелия земли в культурные пастбища.

На сильнощелочных почвах Испании было изучено (Веласко, 1991) действие концентрированной серной кислоты (5000 л/га) и сернокислых промышленных отходов с содержанием 17–18% H_2SO_4 (38000 л/га). При орошении на фоне дренажа установлено снижение щелочности почвы и содержания обменного натрия до глубины 40 см. Применение сернокислых отходов промышленности вызвало повышение урожая подсолнечника на 25% (первый год опыта) и хлопчатника (второй год опыта) на 21% по сравнению с контролем. Концентрированная кислота вызывала снижение урожая на 78 и 17% в первый и второй годы.

В юго-западной части Испании провели опыты по мелиорации сильнощелочных почв. Внесение 32 т/га фосфогипса при орошении на фоне дренажа привело к уменьшению поглощенного натрия в слое почвы 0–20 см с 29,2% (на контроле) до 6,8% от емкости обмена, pH почвы снизился с 9,15 до 8,1. Урожай хлопчатника (второй культуры после мелиорации) превышал на 46% контроль (на контроле 34,1ц/га).

Голландия. Голландские территории, лежащие ниже уровня моря, затопляются морем. После отхода моря начинается опреснение молодой суши, сопровождающееся осолонцеванием (количество обменного натрия достигает 30% от емкости, ухудшаются физические свойства). Поэтому мелиорацию таких земель проводят гипсованием сразу же после схода морской воды. В этом случае предупреждается осолонцевание, ускоряется промывка от солей (Б. Верхоевен, 1965).

ВОСТОЧНАЯ ЕВРОПА И СЕВЕРНАЯ АЗИЯ В ГРАНИЦАХ СТРАН СНГ

Союз Советских Социалистических Республик существовал до 1991 года, а затем он распался на ряд самостоятельных государств, многие из которых в настоящее время вошли в Союз Независимых Государств (СНГ).

Начало исследований засоленных и солонцовых почв в России и Украине приходится на конец XIX века, когда под руководством В.В. Докучаева стали проводиться земельно-оценочные работы в Нижегородской и Полтавской губерниях. В этот период делались первые шаги в описании засоленных почв, в разработке их номенклатуры, в установлении связей между растительностью, микрорельефом и почвами (П.А. Земятченский, К.Д. Глинка, В.С. Богдан, Н.А. Димо, Б.А. Келлер и др.). В первой четверти XX века в России проводились широкие почвенно-географические исследования, составлялись почвенные карты, изучались особенности водного режима почв. (Г.Н. Высоцкий), их солевой состав, коллоидные и другие свойства.

Новый этап изучения засоленных почв начинается с 1912 года, с опубликования К.К. Гедройцем статьи «Коллоидная химия в вопросах почвоведения», а в 1922

г. – монографии «Учение о поглотительной способности» В них раскрывается причина образования солонцов (поглощенный натрий) и показана эволюция почв в ряду солончак-солонец-солодь.

Примерно в этот же период А.Н. Соколовский установил ведущую роль поглощенного кальция в образовании структуры почв. К.К. Гедройц, проводя опыты по мелиорации в Украине (Носовская опытная станция Черниговской области), выявляет положительное действие гипса от внесения его на солонцах. Таким образом были заложены теоретические и практические основы решения солонцовой проблемы.

Последующие исследования Д.Г. Виленского, В.А. Ковды, А.Н. Соколовского, Е.Н. Ивановой, И.Н. Антипова-Каратаева и других почвоведов позволили установить происхождение солей в почвах, особенности пространственного размещения засоленных почв, разработать их классификацию. Большие усилия предпринимались для организации опытов по улучшению плодородия солонцовых почв в разных почвенно-климатических зонах.

Проблематикой солонцовых почв в Союзе в последние годы занимались около 40 научных и учебных заведений, в том числе и Почвенный институт им. В.В. Докучаева, который являлся научным центром и оказывал большую консультативную помощь в изучении проблем засоленных и, особенно, солонцовых почв. По данной проблеме существует очень большая научная информация в виде монографий и статей.

Проблема улучшения плодородия засоленных (и особенно солонцовых) почв является актуальной для большей части территории бывшего Советского Союза. Но в то же время каждый регион имеет свои особенности условий образования и свойств почв, а в соответствии с этим и способов мелиорации.

Именно с этих позиций мы приводим результаты исследований в разных регионах авторов, занимающихся вопросами генезиса и окультуривания засоленных почв. При этом, как сказано выше, нами использованы «Карта типов засоления почв Европейской части СССР» в масштабе 1:3000000 (1973), ответственные редакторы В.В. Егоров и Н.И. Базилевич, а также монография к этой карте «Засоленные почвы Европейской части СССР и За-

кавказья» (авторский коллектив В.В. Егоров, Н.И. Базилевич, Е.И. Панкова и др.).

После распада СССР, в 90-х годах, началось составление новой карты засоления почв России (главный редактор Л.Л. Шишов, редакторы – составители Е.И. Панкова, А.Ф. Новикова, В.А. Павлов). Эта работа завершается, основные принципы и содержание карты отражены Е.И. Панковой и А.Ф. Новиковой в публикации 2002 года.

С учетом особенностей распространения засоленных почв в бывшем Союзе мы приняли такую последовательность рассмотрения материалов: в европейской части – Молдавия, Украина, Россия (ЦЧО, Ростовская область, Предкавказье, Поволжье, Прикаспийская низменность), и страны Закавказья; в азиатской части – Россия (Западная Сибирь) и Казахстан.

Молдавия. Входит в суббореальный биоклиматический пояс. Исследованиями почвоведов – географов страны (Крупенников и др., 1964) установлено, что засоленные почвы занимают площадь около 400 тыс. га (12% от общей площади). Они образовались в двух геоморфологических регионах – в поймах рек (площадь около 380 тыс. га) и на повышенных междуречных пространствах, где близко к поверхности залегают морские соленосные глины неогенового возраста (площадь около 25 тыс. га). На пойменных и других террасах они представлены солончаками, солонцами и солонцеватыми почвами. В зависимости от грунтового увлажнения они относятся к луговым и лугово-степным солонцовым комплексам. Засоленные почвы склонов (солонцы и черноземы солонцеватые) представлены степными солонцовыми комплексами.

Изучение засоленных почв Молдавии началось в XIX веке (Синцов, 1873; Докучаев, 1878–1898; Набоких, 1910–1914). В послевоенные годы XX века сотрудники Молдавского Института почвоведения и агрохимии и Молдавского госуниверситета приступили к систематическим исследованиям почв, в том числе и засоленных (Димо, Лунева, 1960; Киروشка, 1961; Крупенников и др., 1963; Подьмов, Сулин, 1965; Попова, Булат, 1968; Скуртул, 1961; Шестаков и др., 1965, 1977; Холмецкий, 1964, и др.). Были изучены химические и

агрофизические свойства почв, составлено агропочвенное районирование Молдавской ССР, выявлены особенности динамики влаги и солей; проведены многолетние стационарные опыты по мелиорации солонцов и разработаны дифференцированные приемы для разных видов засоленных почв.

И.Л. Шестаков (1977), исследуя процессы соле-накопления в почвах, выделил на водораздельных ландшафтах три галохимические провинции: Северомолдавскую преимущественно гидрокарбонатно-сульфатную с умеренной миграцией и выщелачиванием солей; Центральномолдавскую – гидрокарбонатную и сульфатную с интенсивной миграцией и выщелачиванием солей и Южномолдавскую – сульфатную и хлоридно-сульфатную со слабой миграцией и выщелачиванием солей. Автор полагает, что образование степных солонцов произошло в процессе рассоления бывших на территории солончаков и эволюция их протекала по известной схеме Гедройца. За длительный период развития наиболее подвижные хлористые соли отмылись, поэтому в своем большинстве почвы сейчас имеют преимущественно сульфатное засоление.

Степные солонцы Молдавии содержат много поглощенного натрия и магния. Для них характерно не только механическое перемещение тонких фракций глинистых минералов из элювиального в иллювиальный горизонт, но и гидролиз силикатов, с переносом продуктов разложения вниз.

Процесс образования солонцов в поймах более сложен в связи с динамичностью миграции солей, вызванной не только близостью грунтовых вод и колебанием их уровня, но и условиями геоморфологии пойм, климатом и другими факторами. Наблюдается четкая дифференциация химизма солей в почвах разных участков пойм. В верховьях рек химизм солей гидрокарбонатный, в среднем течении – сульфатный, в нижнем – сульфатный и хлоридный. Процессы соленакопления преобладают в низовьях рек. Большинство почв засолено нейтральными солями, но в поймах некоторых рек (Рут, Прут и их притоки) появляется содовое засоление, которое, по мнению автора образуется в результате биохимических процессов.

В опытах по мелиорации солонцов изучалось как действие химических веществ, так и агротехнических

приемов. М. Булат (1970) предложил метод гипсования солонцов, при котором гипс особенно тщательно перемешивают с почвой при помощи болотных фрез на глубину до 20 см. Процесс перемешивания совершался в два приема, однако этот метод имел недостаток, в частности, не обеспечивал выноса вниз продуктов обмена кальция на натрий из сферы взаимодействия гипса с почвой по причине тяжелого гранулометрического состава глин.

В опытах П.А. Сувака (1974) для мелиорации солонцов испытывали шламовые отходы биохимических заводов, в составе которых содержатся кальций, азот, фосфор, сера, органические вещества (рН составил 3-4,5). На третий год после внесения шлама степень солонцеватости резко понизилась, а урожай сельскохозяйственных культур был выше, чем при внесении гипса.

И.Л. Шестаков (1977) разработал дифференцированные методы мелиорации солонцов в зависимости от их свойств. Они предусматривают мелиоративную вспашку с учетом уровня залегания верхнего солонцового и солевого горизонтов; внесение гипса по содержанию поглощенного натрия и величины щелочности; применение органических удобрений (навоз) в дозе 40 т/га и посев солеустойчивых культур. При вспашке до глубины 40-60 см происходит рассолонцевание мощного пахотного слоя под воздействием солей самой почвы и вносимого гипса. Прибавка урожая зерновых культур по этому варианту колебалась в пределах от 11,8 до 13,4 ц/га зерна и от 118 до 151 ц/га кукурузы на силос.

Для окультуривания пойменных засоленных почв И.Л. Шестаковым (1977) разработан так называемый периодический способ, который включает мелиоративную вспашку, химическую мелиорацию (гипсование), глубокое рыхление, внесение удобрений, посев солеустойчивых культур. Урожай донника при этом составил 350 ц/га. Хотя при близком залегании грунтовых вод такой метод и не имеет устойчивого эффекта относительно рассоления и рассолонцевания почвы, но в течение нескольких лет все же позволяет получать более высокие урожаи, поэтому через 6-7 лет его повторяют. Внедрение метода гипсования солонцовых почв в Молдавии проводилось за счет государства. Площадь мелиорированных солонцовых земель составляла 6 тыс. га (М.Г. Булат, 1970).

Украина. Территория республики простирается с севера на юг на расстоянии 900 км, а с запада на восток – 1300 км. Основная часть ее располагается на южной и юго-западной окраине Русской платформы и совсем небольшая – в геосинклинальной складчатой альпийской зоне (Украинские Карпаты и Крымские горы). В пределах Русской платформы выделяются следующие крупные геологические структуры: Украинский кристаллический щит, Вольно-Подольская впадина, Причерноморская впадина, Днепровско-Донецкая впадина, Донецкий кряж.

Днепровско-Донецкая впадина сложена большой толщей (5–6 км) палеозойских, мезозойских и кайнозойских геологических отложений, имеет много тектонических разломов земной коры, соляных куполов, являющихся причиной засоления почв (А.Н. Соколовский, 1971). Подземные воды образуют артезианский бассейн, максимальная минерализация вод которых приурочена к самой нижней части впадины. Они циркулируют по всей толще отложений и связаны с грунтовыми водами. Последние являются источниками солей в породах и почвах. Почвообразующие породы представлены лессами среднесуглинистого гранулометрического состава.

Причерноморская впадина начинается на севере с южного склона Украинского кристаллического щита и заканчивается у южного склона предгорий Крыма. Наиболее глубокая осевая часть впадины (2 км) приурочена к прибрежной причерноморской полосе. Она сложена осадочными породами разного возраста, претерпела неоднократные эпейрогенические движения разного знака, однако разломы земной коры отсутствуют, как и соляные купола. Артезианский бассейн не связан с грунтовыми водами и перекрыт водонепроницаемыми краснобурими глинами, лишь по «окнам» размыва их осуществляется местная связь с грунтовыми водами.

Господствующими почвообразующими породами являются лессовидные легкие и средние глины. Они карбонатны, засолены нейтральными солями. В районе Керченского полуострова почвообразующими породами являются преимущественно морские соленосные глины сарматского и майкопского возраста и продукты их переотложения.

По особенностям климата Украина находится преимущественно в бореальном и суббореальном поя-

сах. К бореальному относится центральная таежно-лесная область с дерново-подзолистыми почвами (Украинское Полесье). Южнее она переходит в лесостепную область с серыми лесными почвами, черноземами типичными, оподзоленными и реградированными (Лесостепь правобережная и левобережная).

К суббореальному поясу относятся Степь северная с черноземами обыкновенными, Степь южная с черноземами южными и Степь сухая с темно-каштановыми и каштановыми почвами.

В Украине четко выражена широтная зональность климата, растительности и почвенного покрова. Дерново-подзолистые почвы северной части республики постепенно переходят в серые лесные, затем – в черноземы типичные, обыкновенные и южные, на юге – в темно-каштановые и каштановые.

На Крымском полуострове широтная зональность также прослеживается, но она имеет как бы зеркальное отражение по отношению к континентальной части и начинается в предгорьях предгорными черноземами, затем сменяется южными черноземами и темно-каштановыми почвами.

Засоленные почвы Украины образуются в суббореальном поясе, в лесостепной и степной зонах и приурочены к двум тектоническим впадинам – Днепровско-Донецкой (зона Лесостепи) и Причерноморской (Степь). Площадь их составляет около 4 млн га, в том числе в пашне – 2,1 млн га (около 7% от общей площади земель).

Изучением географии, генезиса и приемов мелиорации засоленных почв Украины занимались сотрудники многих научных и учебных заведений, но наиболее систематически велись эти работы в Украинском НИИ земледелия (Г.Н. Самбур), Харьковском сельскохозяйственном институте (А.Н. Соколовский, А.М. Можейко, А.М. Гринченко, Г.С. Гринь и др.), Институте кукурузы (С.П. Семенова-Забродина, Н.М. Лаврентьев, Ю.Е. Кизяков), Крымском филиале АН СССР (А.В. Новикова), а после его закрытия – в Украинском НИИ почвоведения и агрохимии.

Как показали исследования Г.Н. Самбура, А.М. Гринченко, А.М. Можейко, в районе Днепровско-Донецкой впадины засоленные почвы образовались на Днепровской террасовой равнине в зоне левобережного

Полесья (Черниговское Полесье) и Лесостепи. Естественная дренированность территории северной Лесостепи слабая, грунтовые воды залегают относительно близко, способствуя гидроморфному и полугидроморфному почвообразованию. Поскольку грунтовые воды засолены содой, то и в развивающихся почвах отмечается содовое или смешанное засоление. Почвенный покров представлен солонцами и солонцеватыми черноземно-луговыми или лугово-черноземными, луговыми, болотными почвами. Их относят к поверхностно-солонцеватым (Гринь, Носко).

В средней и южной частях Лесостепи дренированность территории несколько улучшается, грунтовые воды находятся в пределах 3-5 метров, иногда и ниже. Химизм солей становится гидрокарбонатно-сульфатным. Степень солонцеватости по поглощенному натрию повышается до 20-40%. По строению почвенного профиля почвы относятся к глубокосолонцеватым. В почвах сильно выражен глеевой процесс (Можейко).

В этой зоне было организовано три многолетних стационара (длительность наблюдений 17-24 года). В северной части зоны исследования велись под руководством Г.Н. Самбура, в средней - А.М. Гринченко, и в южной - А.М. Можейко. Последний вместе с Гринченко разработал методику проведения опытов на комплексном почвенном покрове, которая используется до сих пор.

Исследования на стационарах показали, что для солонцов Лесостепной зоны наиболее эффективным приемом мелиорации является гипсование при вспашке на глубину

25 см, внесение органических и минеральных удобрений, травосеяние. Установлено, что действие полной и половинной доз гипса почти одинаково (Гринченко, Самбур, Можейко). Специальные вегетационные опыты Самбура (1963) позволили прояснить этот вопрос. Оказывается, что норму гипса следует вычислять не на весь поглощенный натрий, а только на ту часть, которая связана с илистой фракцией. Поскольку эта фракция составляла половину от суммы всех фракций, то понятен высокий эффект половинной нормы гипса.

Для солонцов этой зоны были разработаны специальные укороченные севообороты (4-5 лет), после ротации которых следовало снова проводить гипсова-

ние на фоне гончарного дренажа (Власюк, Грабовский, Ермолаев).

Помимо гипса, положительное действие на рас-солонцевание содовых солонцов оказывали некоторые отходы промышленного производства: серная кислота (Грабовский, Мельник), хлористый кальций (Можейко, Заяц), дефекат сахарного производства (Литовченко). Последствие дефеката прослеживалось в течение пяти лет, хлористого кальция значительно меньше в связи с его высокой растворимостью. Авторы пришли к убеждению, что главным направлением мелиорации солонцов зоны Лесостепи является химическая.

Солонцы сухой Степи Украины распространены, как выше отмечено, в Причерноморской впадине. Они более разнообразны по степени грунтового увлажнения. Преобладающая часть территории занята автоморфными солонцами, меньшая – полугидроморфными и совсем малая – гидроморфными. Химизм солей в них сульфатный и хлоридно-сульфатный.

В зависимости от характера распределения солей по профилю почв они относятся к остаточноккумулятивному и аккумулятивному типам (Г.С. Гринь, 1969). Сухость климата и воздействие солей, приносимых с побережья, а также грунтовые воды способствуют усилению процессов соленакопления в зоне сухой Степи и, особенно, в низкой части Причерноморской впадины. На ее южном борту, в пределах Крыма, установлена четкая геохимическая зональность (поясность) в почвах. С юга от предгорий к северу в сторону оси Причерноморской впадины (район Сиваша), по мере понижения местности и повышения уровня, а также минерализации грунтовых вод, происходит смена гидрокарбонатного типа засоления (чернозёмы) сначала на сульфатный и хлоридно-сульфатный (тёмно-каштановые почвы, степные солонцы), а затем на сульфатно-хлоридный (луговые солонцы и др.) и хлоридный типы в приморских солончаках.

Особенности химизма засоленных почв Украины отражены на карте типов засоления почв Европейской части СССР. Авторы-составители по регионам Украины Г.С.Гринь и А.В.Новикова. Ответственные редакторы В.В. Егоров и Н.Н.Базилевич (рис. 3)

Развивающиеся на территории северного и отчасти южного крыла Причерноморской впадины автоморфные солонцы по содержанию поглощённого натрия отно-

сятся к малонатриевым, с хорошо выраженной «физической» солонцеватостью. Большинство исследователей, в том числе В.А. Ковда, Д.Г. Виленский, А.Н. Можейко и др., считают солонцеватость остаточной, связанной с рассолением и рассолонцеванием некогда засоленных почв. Другие полагают, что солонцеватость происходит за счет импัลверизации солей с моря и под воздействием сухого климата (В.Д. Кисель, 1981, Н.И. Полупан, 1979).

Многолетние опыты по мелиорации солонцов (степных) разной степени грунтового увлажнения проводились на автоморфных солонцах в пределах Херсонского (северного) Присивашья (С.П. Семенова-Забродина, Н.М. Лаврентьев, Ю.Е. Кизяков). В пределах Крыма – на автоморфных степных и полугидроморфных (лугово-степных) и гидроморфных (луговых) солонцах Крымского Присивашья, а также на автоморфных (степных) солонцах Керченского полуострова (А.В. Новикова). Опыты велись преимущественно в неорошаемых условиях, но один опыт – на темно-каштановых слабосолонцеватых почвах – при орошении из Северо-Крымского канала (А.В. Новикова, А.М. Пикуза, Н.Е. Гаврилович, 1984).

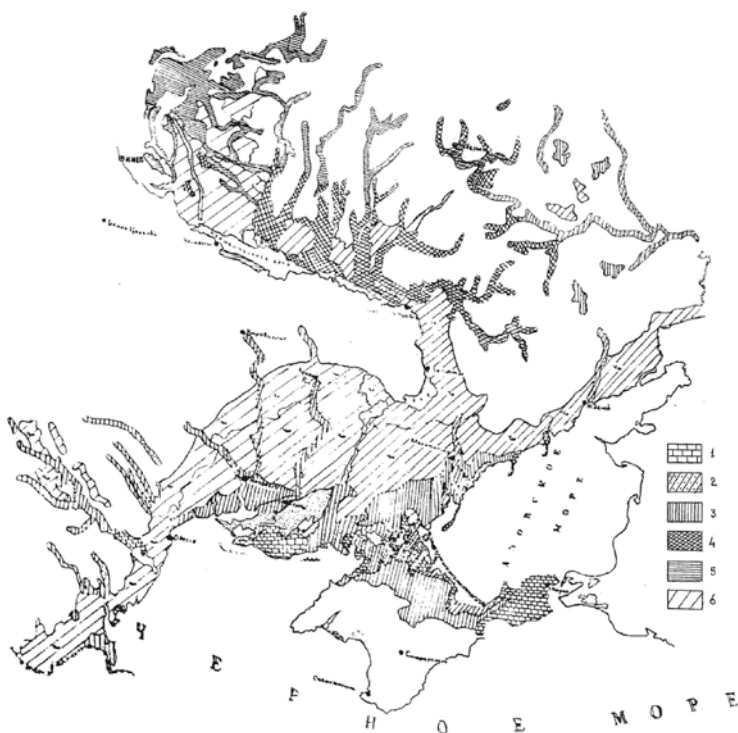


Рис. 3. Регион Украины из «Карты типов засоления почв Европейской части СССР» (1973)

Условные обозначения.

Химизм засоленных почв в пределах первого и второго метров:

- 1- преимущественно хлоридный в пределах первого метра;
- 2- преимущественно сульфатный в пределах первого метра;
- 3- преимущественно сульфатный в пределах первого метра;
- 4- преимущественно хлоридный или сульфатный с участием воды;
- 5- преимущественно содовый;
- 6- потенциально засоленные почвы без разделения по химизму.

Исследования показали, что такие почвы нуждаются в дифференцированных приемах повышения плодородия. Для степных и лугово-степных солонцов Присивашья необходимо применять глубокую мелиоративную плантажную вспашку, с извлечением на поверхность карбонатного горизонта, иногда содержащего гипс. Обычно глубина такой пахоты составляет около 60 см, а на солонцах Керченского полуострова 70 см. При орошении эффективность ее выше, чем в неорошаемых условиях. В связи с выносом на поверхность массы

почвообразующей карбонатной породы, обедненной гумусом и питательными веществами, рекомендуется внесение навоза и минеральных удобрений. После вспашки поле оставляют на черный пар, после чего почва пригодна под любые сельскохозяйственные культуры.

Со временем при такой вспашке биогенность в верхнем слое почв возрастает (А.Д. Михновская). Иллювиальный горизонт разрушается и смешивается с карбонатной массой, повышается рыхлость и водопроницаемость, а по мере растворения карбонатов и гипса идет рассолонцевание почв. Профиль почвы радикально изменится и на протяжении многих лет (20–25 и более) сохраняет новое антропогенное сложение. Урожайность возрастает в среднем на 40–60%.

Иная картина наблюдается на луговых солонцах при близком (1,5–2,5 м) залегании сильно минерализованных грунтовых вод (около 20–30 г/л). Разрушение солонцового экрана усиливает капиллярный подъем почвенно-грунтовых вод, и в почве происходит резкое вторичное засоление, что особенно было ярко выражено в модельном опыте. Поэтому мелиоративную плантажную вспашку на луговых солонцовых комплексах исключают вовсе. Такие почвы целесообразно отводить под улучшенные сенокосы и пастбища или гипсовать по неглубокой вспашке, периодически повторяя этот прием.

На основании обобщения результатов многолетних исследований большого коллектива ученых была составлена карта мелиоративного районирования солонцовых почв Украины и приемов их улучшения (А.В. Новикова, 1984). Она использовалась планирующими органами при определении количества мелиорантов (фосфогипс и др.) и мелиоративной техники для проведения мелиорации за счет государства.

Помимо химической, в Украине в крупных масштабах с конца 50-х годов прошлого столетия осуществлялась и оросительная мелиорация. Использовались воды Днепра и других рек, собираемые в большие водохранилища. Были построены государственные оросительные системы на юге, позволившие орошать площадь около 2 млн. га. Основная цель ирригации – получение высоких и устойчивых урожаев сельхозкультур – была в основном достигнута, хотя и не на полном запроектированном уровне.

Вместе с тем, на отдельных оросительных системах проявились негативные экологические послед-

ствия орошения, которые выразились в деградиционных процессах почвообразования в ранее остепняющихся солонцеватых почвах.

В частности, имела место ирригационная реграция (вторичное засоление), ирригационная деградация (особенно на рисовых полях), ирригационное осолонцевание (при использовании минерализованной воды), а также ирригационное рассоление и рассолонцевание. Для предупреждения негативных экологических последствий ирригации коллективы ряда научных институтов разработали и внедрили ряд комплексных приемов мелиорации.

Для борьбы с вторичным засолением – устройство систематического дренажа (вертикального и горизонтального); промывка почв от солей методом дождевания на почвах легкого гранулометрического состава, с предварительным внесением гипса и применением других дополнительных средств (Новикова, Ладных, 1982); на рисовых участках – внесение окислителей, снижающих сульфатредукцию, рыхление почвы, специальные севообороты, внесение минеральных удобрений и др. (Решетняк, 1974; Жовтоног, 1968; Кириенко, 1985). Предупреждение осолонцевания достигалось мелиорацией поливной воды с помощью внесения гипса и подачи этой воды на поля специально сконструированной машиной (Борькин, Болдырев, 1984) или устройства аванкамеры (Лазарчук), внесением в почвы на поверхность кальциевых мелиорантов, разбавленных кислот и др. (Можейко, Воротник, 1958; Красутская, Болдырев, Сафонова, 1977; Ладных и др., 1993).

Помимо генезиса и мелиорации солонцов велись исследования по разработке новых методов исследований. В частности, был предложен метод определения активности ионов в почвах с помощью селективных электродов (Крупский, Александрова, 1975). Использование его позволило разработать градацию солонцеватости по активности ионов кальция и натрия (Чаусова, 1981), а также по степени токсичного засоления хлоридами и сульфатами (Новикова, Александрова, Чаусова, Гаврилович, 1981). Выявление коррелятивной зависимости между содержанием поглощенного натрия и количеством илистой фракции в элювиальном и иллювиальном горизонтах солонцовых почв в свою очередь дало возможность установить градацию солонцеватости по степени иллювирированности, применительно для

степной зоны, где проявляется «физическая солонцеватость» (Новикова, Коваливнич, 1969).

На основании физического моделирования изменения минерализации грунтовых вод при их подъеме в породе и применения водно-балансовых расчетов был разработан один из первых вариантов метода прогноза вторичного засоления при орошении (Новикова, 1975). В результате исследований процесса рассоления почв с разным содержанием карбонатов кальция и поглощенного натрия получены корреляционные зависимости между поглощенным натрием и величиной щелочности, что позволило приближенно прогнозировать содопроявление (Новикова, Златина, 1977). Определены величины констант обмена при различных соотношениях катионов (Гаврилович, 1984).

Совместные исследования коллектива гидрогеологов и почвоведов дали возможность составить карту содопроявления при орошении на юге Украины, а также предложить меры по его ослаблению (Новикова, Гаврилович, Лютаев, Лазукин и др., 1987).

Основные приемы мелиорации солонцовых почв широко внедрялись в сельскохозяйственное производство Украины. Только за период 1961 – 1980 гг. на солонцовых почвах проведено гипсование и мелиоративная вспашка плантажными плугами на площади около 1,5 млн.га, что позволило получить дополнительно около 480 тыс.т зерна.

Россия. На территории бывшего Советского Союза (в т.ч. России) засоленные почвы занимают около 80 млн. га (по другим сведениям – около 100 млн га). Главным образом они сосредоточены в зоне активного землепользования, что вызывает необходимость поиска путей их окультуривания.

Теоретическими и прикладными вопросами (происхождение, особенности, распределение, классификация, разработка методов повышения плодородия), помимо Гедройца, занимались такие крупные ученые, как Д.Г.

Виленский, В.А. Ковда, И.Н. Антипов-Каратаев, В.В. Егоров, Н.И. Базилевич, К.П. Пак и другие. Так, в книге В.А. Ковды «Солончаки и солонцы» (1937) образование засоленных почв рассматривается в связи с естественноисторическими условиями развития местности,

современным положением грунтовых вод и других факторов. Предлагается схема классификации солончаков и солонцов, а также способы мелиорации солонцов (гипсование и плантажная вспашка, рассчитанная на извлечение гипса самой почвы). В другой монографии «Происхождение и режим засоленных почв» В.А. Ковда рассматривает причины появления солей на поверхности земли, вводит понятие о провинциях соленакопления на территории Союза. Выделяет три типа водно-солевого режима для почв с разной степенью грунтового увлажнения и предлагает суммарный показатель направленности процессов засоления-рассоления, который позволяет правильно выбрать территорию под орошение. Автор особое внимание уделяет реакции растений на засоление и солонцеватость, обосновывая необходимость подбора соле- и солонцеустойчивых растений. Ковда обращал большое внимание на картографирование засоленных почв. Он разработал первую картосхему распространения современных процессов соленакопления в почвах СССР. В ней выделено четыре провинции соленакопления: сульфатно-содового, хлоридно-сульфатного, сульфатно-хлоридного и хлоридного. Его работу продолжила Н.И. Кондорская (1967), выделившая на карте регионы содового и другого химизма засоления на территории Советского Союза.

Вопросами картографии засоленных почв занимались и в Международном обществе почвоведов, где по настоянию

В.А. Ковды была начата работа по составлению карт засоления в разных странах мира по единой программе под руководством И. Сабольча. На основе полученных данных и были определены площади засоленных почв мира, составлены упомянутые ранее картосхема засоленных почв мира, (И. Сабольч) а также «Карта типов засоления почв Европейской части СССР».

В разработке теории образования засоленных почв и приемов мелиорации солонцов большую роль сыграли работы И.Н. Антипова-Каратаева. В опубликованной под редакцией И.Н. Антипова-Каратаева книге «Мелиорация солонцов в СССР» рассматриваются различные теории образования солонцов. На основании собственных экспериментов по физико-химии автор приходит к заключению, что воздействие нейтральных

солей не может привести к образованию собственно солонцов, как это утверждал Гедройц. Под их влиянием могут появиться лишь солонцеватые почвы. А формирование солонцов с их высокой насыщенностью поглощенным натрием прежде всего обусловлено воздействием соды, поскольку в условиях щелочной реакции кальций не является конкурентом натрия. Антипов-Каратаев предлагает собственную классификацию почв по степени солонцеватости, в основе которой лежит содержание поглощенного натрия, без учета некоторого его количества (5–10%), не вызывающего снижения плодородия. Эта классификация используется и в настоящее время. В книге приведены результаты опытов по мелиорации. Вместе с К.П. Паком предлагается так называемый агробиологический метод мелиорации солонцов в условиях орошения. Он состоит из плантажной вспашки, при которой наверх извлекаются карбонаты, способствующие рассолонцеванию почв. Вспашку сочетают с внесением минеральных и органических удобрений, а также с посевом трав.

В книге К.П. Пака «Солонцы СССР и пути повышения их плодородия» (1975) обобщены собственные многолетние исследования по солонцовой тематике, а, кроме того, материалы других авторов за период 50–70 годов. Предложены приемы мелиорации солонцов: химические, агротехнические (в том числе и агробиологический) и дополнительные способы повышения плодородия (удобрение, травосеяние); дана оценка их экономической эффективности. Изучение генезиса засоленных почв и разработка приемов повышения их плодородия осуществлялась весьма плодотворно в крупных геоморфологических регионах России. Рассмотрим результаты этих исследований.

Центрально-Черноземная область. Этот регион находится в Восточно-Европейской равнине и охватывает северную границу распространения засоленных почв. Изучением этих почв занимались многие сотрудники Почвенного института им. Докучаева (И. Антипов-Каратаев и др.), а также Воронежского университета, Воронежского сельскохозяйственного института и других учреждений (Адерихин, 1951; Ахтырцев, 1962; Цыганов и др., 1968 и др.).

Установлено, что площадь засоленных почв в регионе достигает 500 тыс. га. По условиям рельефа здесь выделяют три района: Среднерусскую возвышенность, западные отроги Приволжской возвышенности и Окско-Донскую низменность.

Засоленные почвы распространены во всех трех районах, но главным образом в Окско-Донской низменности. Они представлены преимущественно гидроморфными солонцеватыми и засоленными почвами – черноземно-луговыми, луговыми и др. Близкое залегание грунтовых вод обеспечивает поступление в почвы растворов соды из пластовых вод. Солевой профиль их своеобразен: в подсолонцовом горизонте солонцов скапливаются сульфаты натрия, а ниже по профилю появляется сода.

Иная картина наблюдается на Среднерусской и Приволжской возвышенностях, где в засоленных почвах, приуроченных в основном к водоразделам и их склонам, близко к поверхности появляются морские соленосные глины третичного возраста с содержанием более 1% солей нейтрального типа. Образуются степные солонцы в комплексе с солонцеватыми черноземами. Химизм солей – сульфатный.

Результаты многолетних опытов по повышению плодородия таких почв сводятся к следующему. Установлено, что внесение размолотого мела в солонцы вызывает четко выраженное рассолонцевание почв. Положительное действие оказывают также и промышленные отходы (дефекат сахарных заводов, фосфогипс), а также гипс. Эффективность химических мелиорантов заметно возрастает на фоне внесения минеральных и органических удобрений. Кальций мелиорантов оказывает коагулирующее действие на почвенную суспензию, снижает подвижность водорастворимого гумуса, улучшает структурно-механические свойства солонцов (Тараненко, 1972; Цуриков, 1972; Цыганов и др., 1976). В Центрально-Черноземной области имеются богатые залежи отложений природного мела. Многие исследователи убеждены в преимуществе мела перед другими мелиорантами и необходимости внедрения мелования солонцов. Так, например, внесение 8-10 т/га мела на фоне навоза повышает урожай озимой пшеницы до 27,8 ц/га против 12,4 ц/га на контроле (Кирпиченко, 1975; Цыганов, Тарасенко, Цуриков, 1976). Цыганов

предлагает дифференцировать приемы мелиорации: на лугово-степных черноземных солонцах он рекомендует вносить гипс, а на степных – мел и дефекат.

Исследованиями Воронежского сельскохозяйственного института в лесостепной части Центрально-Черноземной области было установлено, что, помимо мелования, положительное действие на осолодевающие солонцы содового и смешанного химизма оказывает внесение дефеката, повышенных норм навоза и азотно-фосфорных удобрений. Затраты на мелиорацию дефекатом окупаются через 2–4 года (Цуриков, 1980). Мелование черноземных солонцов особенно эффективно на фоне глубокого периодического рыхления почвы и внесения навоза и азотно-фосфорных удобрений. Повышает плодородие солонцов Воронежской области такое сочетание мелиорантов и удобрений: молотый мел и дефекат, сульфат аммония (1–2 ц/га), суперфосфат (2–4 т/га) и гипс (8–16 т/га).

Важно отметить, что в последнее десятилетие в некоторых регионах ЦЧО, в частности в Каменной степи, происходит изменение положения уровня подземных и грунтовых вод, их приближение к поверхности. Одновременно отмечаются и признаки деградации почвенного покрова: увеличение кислотности, разрушение структуры пахотного горизонта, уплотнение тяжелой техникой, осолонцевание и даже вторичное засоление. Все это вынуждает пересмотреть и откорректировать ранее разработанные приемы мелиорации этих почв (В.А. Исаев, О.Ю. Баранова, 1996).

Ростовская область. Учитывая, что к каштановой зоне относится и юго-восточная часть Ростовской области в пределах Доно-Сальско-Манычского междуречья, рассмотрим особенности мелиорации солонцовых почв в этом регионе. Их площадь составляет 1670 тыс. га, 75% из них находится в юго-восточных районах.

Изучением почв занимались экспедиции Ростовского государственного университета, Южгипроводхоза, Росгипрозема; вопросами освоения и мелиорации – сеть стационаров Донского зонального НИИ сельского хозяйства и Донского сельскохозяйственного института.

В коллективной монографии М.Б. Минкина, В.М. Бабушкина и П.А. Садименко (1980), определены научные подходы к мелиорации солонцовых почв этого региона. Пользуясь современными методами физической и коллоидной химии, они исследовали характер поверхностных явлений в дисперсных системах и выявили природу неблагоприятных агрофизических свойств солонцов, особенно малонатриевых. Получены новые данные о химических равновесиях и формах ионов в жидкой фазе, обуславливающих процессы аккумуляции солей, а также растворимость органических и минеральных соединений.

Отмечено, что почвы развиваются на возвышенных и низких равнинах Доно-Сальско-Маньчского водораздела, где почвообразующими породами являются преимущественно лессовидные карбонатные в разной степени засоленные суглинки. Климат очень засушливый. Растительность - разнотравно-типчаково-ковыльная степь, типчаково-ковыльная степь и пустынная степь. Первый тип растительности характерен для предкавказских и частично южных черноземов. Второй - для темно-каштановых почв и солонцов и третий (пустынная степь) - для каштановых и светлокаштановых солонцеватых почв в комплексе с солонцами. Солонцы всего региона на водоразделах являются автоморфными. Значительную часть их относят к малонатриевым. Высказано предположение, что в предшествующие геологические эпохи почвы развивались на засоленных лессовидных породах, прошли луговую стадию и с поднятием территории стали рассоляться. Поэтому солонцеватость почв носит остаточный характер.

На основании проведенных многолетних опытов авторы пришли к выводу о необходимости дифференциации приемов мелиорации солонцов. Так, для малонатриевых солонцов лучшим способом является агробиологический метод, с обработкой почв трехъярусным плугом и сохранением верхнего элювиального горизонта на месте. Полная гомогенизация всего глубокообработанного слоя малозффективна. Для солонцов, в которых карбонатный горизонт залегает относительно глубоко, более эффективно гипсование.

В Ростовской области имеются залежи глиногипса, содержащего до 60-90% гипса. По данным ЮжНИИГИМ (И.С. Скуратов, 1981), внесение его в дозе 10-12

т/га оказывает положительное действие при промывном режиме орошения в течение 5–6 лет.

Опыты В.В. Буйлова и др. (1979) на солонце-солончаке с близлежащими (2,5 м) грунтовыми водами показали, что внесение лигносульфата аммония (1,3–1,7%) в 10 см слой почвы увеличило водопрочность структурных агрегатов, понизило щелочность, величину рН и увеличило содержание Са. Кроме того, произошло усиление биологической активности, содержания азота и гумуса в почве.

Интенсивная научно-исследовательская работа в Ростовской области завершилась внедрением наиболее эффективных приемов в сельскохозяйственное производство. За период 1965–1978 гг. было проведено гипсование на площади 150 тыс. га и ярусная вспашка – 330 тыс. га.

Предкавказье. Засоленные почвы Предкавказья мало распространены в Краснодарском крае и значительно больше в Ставропольском крае, где площадь их достигает 1,3 млн. га, в том числе в черноземной зоне – 600 тыс. га, в каштановой – около 800 тыс. га (Горбунов, Петров, 1968).

Развиваются эти почвы как в гидроморфных условиях (при близком залегании грунтовых вод, в долинах рек), так и в автоморфных условиях (на водоразделах и склонах). В первом случае почвообразующими породами являются современные и древние аллювиальные отложения, во втором – лессы, третичные засоленные глины, а также продукты их выветривания.

Почти для всех засоленных почв этого региона типично нейтральное засоление и лишь изредка появляется содовое. Солевые горизонты обычно расположены в черноземах и каштановых солонцеватых почвах на глубине 1,5–2 м, но изредка бывают в каштановых, ближе к поверхности. В солонцах солевой максимум находится в пределах верхнего метрового слоя. Развивающиеся в поймах рек солонцы-солончаки характеризуются очень близким залеганием солевого максимума (0–30 см) и сульфатным типом химизма.

В черноземной зоне более эффективным приемом окультуривания солонцовых почв является внесение фосфогипса в дозе 6 т/га при безотвальной вспашке на глубину 30 см. В этом случае улучшаются химические и

физические свойства почвы. За 10-летний период прибавка урожая зерновых культур в среднем составила 13,5 ц/га (Петров, Копейкин, 1974). В.И. Тюльпанов (1980), изучавший в Центральном Предкавказье в черноземной зоне генезис солонцов, образовавшихся на третичных глинах, считает, что для ускорения их рассоления и рассолонцевания лучше всего вносить известь и гипс.

В каштановой зоне, где солонцовые почвы занимают наибольшую площадь, лучшим приемом мелиорации является плантажная и ярусная вспашки. Рекомендуются отводить такие поля под черный пар. Каждый гектар плантажированных полей или обработанных ярусным плугом позволяет получить втрое больше, чем при обычной обработке (Петров, Беликова, 1976).

Поволжье, Прикаспийская низменность. Засоленные почвы Поволжья (левобережье р.Волги, охватывающее древние террасы Волги, низкое сыртовое Заволжье и правобережье в пределах Приволжской возвышенности) изучали многие почвоведы: Антипов-Каратаев, Филиппова (1937), Бирюкова (1962), Иозефович (1929), Садовников (1952), Роде, Ковда (1939) и др. Почвы Прикаспийской низменности и приемы мелиорации солонцов освещены в работах Ковды (1950), Роде, Польского (1960), Большакова (1966), Егорова, Зимовца (1965, 1976) и др.

Этот регион относится к суббореальному степному, сухостепному и в пределах Прикаспийской низменности – к полупустынному биоклиматическому поясу. Появление солей в породах и почвах на значительной части Поволжья имеет континентальное происхождение и морское засоление в Прикаспийской низменности. Почвообразующие породы в левобережной части Поволжья представлены в основном тяжелыми лесовидными суглинками и глинами, а в правобережной части – элювием и делювием известняков и других пород, в Прикаспийской низменности – суглинками и др.

В почвенном покрове Поволжья и Прикаспийской низменности наблюдается широтная зональность, которая местами нарушается. В направлении с севера на юг черноземы обыкновенные сменяются южными черноземами, темно-каштановыми, каштановыми, затем светло-каштановыми и бурыми почвами, часто образующими ком-

плексы с солонцами. Помимо автоморфных, характерных для водоразделов, на террасах рек образуются полугидроморфные и гидроморфные солонцовые комплексы. В засоленных почвах, испытывающих воздействие грунтовых вод, отмечается содовое засоление; в более северных районах также содовое, а южнее – смешанное и затем – нейтральный тип засоления. В автоморфных солонцовых почвах химизм нейтральный (сульфатный) и хлоридный.

В основу агробиологической мелиорации солонцов сухостепной зоны были положены приемы, разработанные на Малоузенском стационаре (Антипов-Каратаев, Пак, 1953): вспашка на глубину, обеспечивающая извлечение на поверхность карбонатов самой почвы, орошение, внесение удобрений, травосеяние. Вспашка проводится плантажным или ярусным плугом. В более засушливых условиях пустыни, на Джаныбекском стационаре, А.Ф. Большаков (1966) предложил метод мелиоративной обработки солонца плантажным плугом, с извлечением на поверхность почвы гипса, содержащегося в породе. В солонцах отмечалось рассоление, рассолонцевание, улучшение агрофизических свойств и повышение урожайности сельхозкультур.

В.В. Егоров (1976) предложил ускоренный метод мелиорации солонцов при орошении. Вначале проводится планировка земли и снимается верхний слой почвы. Затем вносится гипс в дозе 8–10 т/га, производится промывка, а затем масса снятой земли возвращается на место.

Сотрудники Волгоградского СХИ установили, что на светло-каштановых почвах междуречья Волги и Дона хорошее действие в орошаемых условиях оказывают внесенный гипс и железный купорос в дозе 5 т/га. Кроме того, получены заметные прибавки урожая (на 15–35%) от применения отходов металлообрабатывающей промышленности в виде шлама, железного купороса и отработанных травильных кислот (Радов, Уланов, 1974).

В Волгоградском Заволжье, на солонцовых светло-каштановых почвах подтверждено высокое положительное воздействие агробиологического метода. Применяли мелиоративную обработку почвы на глубину 40 см, глубокое безотвальное рыхление и отвальную

вспашку на глубину 27 см и посев люцерны на фоне орошения. В результате произошло улучшение водно-физических свойств и рассолонцевание почв (Азовцев, Морозова, 1973). Бегучев П.П. с сотрудниками (1972) предложили выращивание однолетних и многолетних трав, оказывающих мелиоративное влияние на солонцеватые почвы (горчица сарпетская, подсолнечник, донник, волоснец ситниковый, сорго сахарное, дикорастущие лебеда и полынь).

В Заволжье на малонатриевых солонцах провели сравнение действия гипса и лигнина. В самые первые годы гипс действовал несколько эффективнее лигнина, но уже на 4-й год, наоборот, лигнин вызывал лучшее развитие растений. Урожай зеленой массы ячменя на фоне внесения лигнина составил 138 ц/га, а на гипсованной делянке - 108,5 ц/га, при урожае на контроле - 73,1 ц/га (Данилова, 1981).

ЗАКАВКАЗЬЕ

Грузия. Засоленные почвы этого региона относятся преимущественно к субтропическому поясу с аридным климатом. В пределах Грузии они встречаются в ее восточной части, в долинах рек и в меньшей степени - на водоразделах. Почвы изучены Димо (1960), Дуниамаляном (1969), Сабашвили (1948), Чхиквишвили (1948-1964) и др.

В долинах рек Алазани, Иоры, Куры и др. засоленные почвы образуются в гидроморфных условиях и представлены луговыми солончаками, аллювиально-луговыми поверхностнозасоленными почвами и солончаками-солонцами. Большинство из них относится к сульфатному типу, но иногда появляются почвы содового химизма. В последних солевой профиль имеет такую особенность: в верхней части, до глубины 50 см, обнаруживается содовое засоление, а ниже - сульфатное.

В почвах, развивающихся в полугидроморфных условиях, химизм солей сульфатный. В засоленных почвах отмечается разная степень солонцеватости. Автоморфные почвы - черноземы, каштановые, бурые - развиваются на водоразделах и высоких террасах рек.

Все они имеют сульфатный или хлоридно-сульфатный тип засоления. Встречаются и несолонцеватые почвы.

Результаты опытов Грузинского научно-исследовательского института почвоведения, агрохимии и мелиорации показали, что на автоморфных солонцовых почвах лучшим приемом повышения их плодородия является ярусная вспашка с внесением удобрений в почву, посевом многолетних трав и использованием зеленого удобрения (Чхиквишвили, Гомартели, 1971).

Для гидроморфных и полугидроморфных солонцовых почв содового химизма авторы предлагают применять комплекс различных приемов, в который входят кислотообразование серной кислотой в дозе 15 т/га, внесение гипса в количестве 10-15 т/га, а также полимера (полиакриламида К-4). Полимер способствует образованию агрономически ценных почвенных агрегатов, снижению плотности почвы и увеличению коэффициента фильтрации воды (Чхиквишвили, Варашвили, 1974)

Армения. Засоленные почвы Армении сосредоточены в основном в Араратской котловине, окруженной горами. Страна является малоземельной, с коэффициентом земельного использования около 0,5. Под пашню и плодовые культуры отводится всего 19% земель. Отсюда возникает острая необходимость в борьбе с засолением и солонцеватостью почв. Во многих публикациях армянских почвоведов (Петросян, Читчян, 1971; Оганесян, 1971; Агабабян, 1971; Манукян, 1976 и др.) отмечается, что образование засоленных почв связано с воздействием близко залегающих грунтовых вод, преимущественно содового химизма. К ним относятся гидроморфные почвы - луговые солончаки и луговые засоленные почвы, характеризующиеся солонцеватостью. В составе солей преобладает сода. Совместные усилия почвоведов Армении с гидрогеологами, агрономами и плодоводами завершились разработкой сложного комплекса мелиорации, в который входят гидротехнические, химические и другие мероприятия. Внедрение их превратит совершенно бесплодные солончаки в хорошо окультуренные, на которых возможно выращивание не только зерновых, но и плодовых культур.

Были разработаны разные комплексы приемов мелиорации засоленных почв. Один из них - стадийное

кислование. При этом строят вертикальный дренаж, подают на поверхность почвы разбавленную серную кислоту, производят вспашку на разную глубину, вносят удобрения и засевают солеустойчивыми сельскохозяйственными культурами.

Другой вариант мелиорации включает внесение серной кислоты и сернокислого железа, что, по мнению авторов (Оганесян и др.), значительно ускоряет рассолонцевание почв. С этой целью применяют также полимеры. Затраты на мелиорацию полностью окупаются.

Азербайджан. Засоленные почвы занимают большую площадь, но среди них преобладают солончаки. Их характеристике посвящена большая литература, в том числе ряд монографий (В.Р. Волобуев, 1948, 1965; Э.С. Варунцян, 1977), в которых освещены важные закономерности почвенно-геохимических превращений солей под влиянием длительного орошения на фоне дренажа.

Среди засоленных почв Азербайджана встречаются гидроморфные и автоморфные почвы. Первые широко встречаются на побережье Каспия, вдоль правого берега Куры в Сальянской, Муганской и Мильской равнинах. Засоленные почвы (солончаки и солончаковатые луговые, сероземно-луговые и др.) засолены хлоридами и реже – сульфатами. Автоморфные засоленные почвы (сероземы) имеют сульфатный химизм солей.

Как в автоморфных, так и в гидроморфных засоленных почвах отмечается повышенное содержание поглощенного натрия, плохие физические свойства. Химизм солей в почвах нейтральный – хлоридный и сульфатно-хлоридный.

В связи с преобладанием в Азербайджане солончаков и солончаковых почв, применяют рассолительную мелиорацию – промывку почв на фоне горизонтального и вертикального дренажа, внесение удобрений, подбор солевыносливых культур. Опытами Бардинской опытно-мелиоративной станции (Агаев, Мамедов, 1972) установлена высокая эффективность местного гипсосодержащего материала-гажи. В нем содержится до 40–60% гипса. Рекомендуются внесение навоза и проведение промывок. В данной зоне вопрос о борьбе с солонцеватостью менее актуален.

Азиатская часть России. Западная Сибирь. Засоленные почвы занимают 10,8 млн га (Н.Г. Градобоев, 1974). Изучением засоленных почв Сибири с целью их рационального использования и повышения плодородия занимались многие исследователи: К.П. Горшенин (1939), Н.В. Орловский (1979), А.И. Оборин (1972), Н.И. Базилевич (1965), Н.Г. Градобоев, В.М. Прудникова, И.С. Сметанин (1960), П.С. Панин, Т.Н. Елизарова, А.М. Шкаруба (1977), П.Г. Еловская, А.К. Коновровский, Д.Д. Савинов (1968).

Установлено, что засоленные почвы появляются и в условиях бореального мерзлотного пояса (Якутия), где периодическое оттаивание вечной мерзлоты способствует капиллярному подъему солевых растворов и засолению почв (П.Г. Еловская и др., 1968). Основная же часть засоленных почв Западной Сибири приурочена к суббореальному лесостепному и степному поясам.

Н.И. Базилевич (1965) проведен анализ процессов геохимической миграции химических элементов в отдельных частях ландшафта Барабинской степи - в породах, грунтовых водах и почвах. Определена роль биологического круговорота веществ в процессах соленакопления, скорость высвобождения химических элементов из опада растений. Установлено, что в солонцах лесостепной зоны происходит накопление соды, а в степной - уменьшение ее количества и замена сульфатами и хлоридами.

Н.В. Орловский (1979), изучавший особенности солевого режима засоленных почв данного региона, отмечает два периода максимального накопления солей - летний и зимний. Последний достигается в то время, когда капиллярная влага, подпитываемая грунтовыми водами, передвигается к мерзлым горизонтам почвы. Орловскому вместе с Вернером удалось также выявить в специальном опыте особенности процесса сульфатредукции, протекающего в анаэробных условиях, в результате чего в почвах появляется сода. Так была установлена еще одна из причин содового засоления в почвах Западной Сибири, кроме поступления соды из грунтовых вод.

Почвенно-географическими исследованиями было выявлено, что зональными почвами лесостепной и степной зон являются черноземы выщелоченные, обыкновенные, южные и в сухой степи – темно-каштановые и каштановые. На их фоне отдельными пятнами могут развиваться солонцы, солончаки и солоды, с преобладанием солонцов. С учетом условий грунтового увлажнения образуются солонцовые комплексы – автоморфные, полугидроморфные и гидроморфные. Химизм солей в солонцах содовый (в лесостепи) и смешанный или нейтральный в сухой степи.

На солонцах Западной Сибири неоднократно проводились опыты по их мелиорации. Так, в одном наиболее длительном опыте, проведенном А.И. Обориным (Пермский сельскохозяйственный институт), гипс в неорошаемых условиях вносили в луговые солонцы с близким залеганием грунтовых вод < 2,5 м. На протяжении 10 лет в почвах происходило уменьшение количества поглощенного натрия. Затем грунтовые воды поднялись и установились в пределах 0,6–1 м, вследствие чего растворы солей устремились к поверхности и в почвах повысилось количество поглощенного натрия. В наибольшей степени это отмечалось именно на гипсованных солонцах.

Иной метод мелиорации солонцов был предложен Н.В. Орловским – землевание, т.е. нанесение на поверхность пятен солонцов небольшого, около 2 см, слоя прилегающего к ним чернозема. Автор считает, что такой метод является самым дешевым и легко осуществим с помощью грейдера. Вносить слой чернозема следует несколько раз. После этого на пятнах солонцов создаются лучшие условия для развития растений, и исчезает пестрота растительного покрова, повышается урожай на всем поле.

В последующие десятилетия (50–60 гг. XX века) солонцовой проблематикой стали заниматься новые коллективы: Проблемная лаборатория Омского СХИ (Градобоев, Мигуцкий, Верезин, Семендяева и др.), Институт почвоведения и агрохимии Сибирского отделения АН СССР (Панин, Трубецкая, Селяков, Шкаруба, Елизарова), Институт механизации и электрификации Сибирского отделения АН СССР (Кулебякин и др.). В Омском сельскохозяйственном институте было испытано

действие кислования серной кислотой содовых солонцов и сконструирована машина для внесения кислоты в почву. Оказалось, что в первые два года кислота действует на почву сильнее, чем гипс, после 4-5 лет - так же, как гипс, но последствие гипсования более длительное, чем кислование (Березин, 1980). Эффективность гипса повышается при совместном внесении его с минеральными азотными и фосфорными удобрениями. Так, в Омской области на мелких и корковых солонцах при внесении гипса в дозе 25 т/га урожай овса составил 26,6 ц/га, а с внесением азотных и фосфорных удобрений (N - 45 и P - 90 кг/га) он повысился еще на 9-18 ц/га (Н.В. Войтович, В.Г. Келебер, 1980).

Почвоведомы Сибири в результате углубленных теоретических и практических исследований в области генезиса засоленных почв была разработана новая модификация метода определения доз гипса по поглощению кальция из растворов кальциевых солей почвенной массой иллювиального горизонта солонца и почвенным контрольным образцом зональной почвы. Разница показаний и была критерием степени допоглощения кальция (Березин и др., 1979).

Учитывая различия в условиях почвообразования и свойства солонцов разных ландшафтов, почвоведы Сибири применили дифференцированный подход к разработке мелиоративных приемов. Так, для основной площади Барабинской степи с солонцами многонатриевыми предложено гипсование или внесение смеси гипса с сернокислыми отходами промышленности (Оборин, Панин). Кроме того, рекомендовано вносить полимеры, способствующие образованию агрономически ценной структуры (Градобоев). Для солонцов Северной Кулунды с близким залеганием минерализованных грунтовых вод и высоким засолением (луговые солончаковые хлоридно-сульфатные солонцы с близким залеганием скоплений гипса и карбонатов) эффективно проведение плантажной вспашки на глубину до 40 см. Для солонцов с пониженным залеганием гипса рекомендуется безотвальная обработка почвы на глубину до 30 см и внесение гипса. Освоенные земли следует оставлять под черный пар, с последующим посевом донника белого (Соколов, 1972).

Для солонцов Алтайского края рекомендуется глубокое безотвальное рыхление, гипсование малыми дозами

(3 ц/га), землевание пятен солонцов и посев солеустойчивых трав (Баркан, 1974).

Исследования по обработке солонцов Сибири (Кулебякин и др.) показали значительное преимущество послышной безотвальной обработки фрезерованием или дискованием на глубину 10 см с последующим рыхлением солонцового горизонта на глубину 35 см. Во всех регионах с солонцовыми землями предложено высевать солевыносливые и солонцевыносливые травы, создавать культурные пастбища.

Казахстан. В этом регионе солонцовые земли занимают огромную площадь – 57 млн га, из них 13,4 млн га пашни. Поэтому понятно стремление местного населения и государства к освоению и использованию этих земель. В 50-е годы прошлого столетия развернулось народное движение по подъему целины в Казахстане и других территориях. В порядке оказания помощи в Казахстан на освоение целинных и залежных земель приезжали специалисты разного профиля. Создавались новые сельскохозяйственные организации, научные и производственные учреждения. Закладывались опыты по мелиорации солонцовых земель, созданию кормовой базы для животноводства. Конструировались новые сельскохозяйственные орудия.

Научные исследования позволили выявить особенности природных условий и почв Казахстана. По климатическим условиям территория с солонцовыми почвами относится в основном к суббореальному лесному и степному поясам. Рельеф центральной части Северного Казахстана горно-сопочный и возвышенно-равнинный (так называют Центрально-Казахский мелко-сопочник). Рельеф западной и юго-западной части Казахстана, где расположена так называемая Тургайская столовая страна, – равнинный.

Почвообразующие породы северной части региона представлены главным образом покровными лессовидными карбонатными суглинками, содержащими водорастворимые соли, а также элювиально-делювиальными и аллювиальными отложениями.

В почвенном покрове преобладают степные почвы: в умеренно засушливой зоне – обыкновенные черноземы, в засушливой степи – черноземы южные и в сухой – темно-каштановые и каштановые почвы. Зональные почвы часто образуют вместе с солонцами комплексы, количество пятен которых различно. Фациальной особенностью почвенного покрова является повышенная карбонатность и солонцеватость.

В.П. Кирюшин (1976) связывает начало появления солонцов в этом регионе с прохождением былой солончаковой стадии при гидроморфных условиях почвообразования. Позже в связи с понижением уровня грунтовых вод и выносом солей образовались солонцы.

На современном этапе на рассматриваемой территории развиваются также луговые, лугово-степные и степные солонцеватые комплексы. Химизм засоления в них преимущественно нейтральный (сульфатно-натриевый).

Сведения об особенностях почв Северного Казахстана имеются в различных публикациях (Успанов, Боровский и др., 1965). В обобщающих работах 70-х годов (Михайличенко, Кирюшин) много внимания уделено вопросу образования малонатриевых солонцов в Северном Казахстане, площадь которых особенно велика. Вопрос о малонатриевой солонцеватости до сих пор являются дискуссионным. Морфологический профиль с четко выраженными элювиальным и иллювиальным горизонтами не соответствует количеству поглощенного натрия, которое невелико, порядка 8-10% от емкости обмена. Еще Орловским было подмечено, что хотя поглощенный натрий постепенно выщелачивается из поглощающего комплекса, но морфологическая выраженность иллювиального горизонта сохраняется. На Украине такое же явление отмечалось А.Н. Соколовским, разработавшим метод искусственного осолонцевания ложа каналов внесением поваренной соли. Оказалось, что со временем в обработанной массе породы оставалось ничтожное количество поглощенного натрия, но степень пептизированности не уменьшалась. А.Н. Соколовский по этому поводу образно заметил, что «натрия уже нет, но дух его остался», то есть остались последствия его действия.

В почвоведении появилось немало теорий, объясняющих это явление. Одна из них – магниевая, предложенная И.Н. Антиповым-Каратаевым (1930), П. Шаврыгиным (1935), Н.П. Пановым и Н.А. Гончаровой (1969). Авторы полагают, что физическая солонцеватость вызвана воздействием большого количества обменного магния в сочетании его с натрием.

Н.В. Градобоев (1972), И.Я. Половицкий (1968), А.Г. Цуриков (1969) предложили относить к малонатриевым солонцам почвы, у которых сумма поглощенных магния и натрия равна или превышает 50% от емкости обмена.

В.И. Кирюшин высказал предположение, что малонатриевая солонцеватость в почвах Северного Казахстана могла появиться уже при содержании поглощенного натрия около 10%, когда отмечается заметная пептизация почвенной массы. Кроме того, она может носить и остаточный характер, если в таких солонцах солевой горизонт находится относительно глубоко.

В.Н. Михайличенко (1979) предлагает иную гипотезу образования малонатриевой солонцеватости. На основе модельных опытов он утверждает, что при взаимодействии растворов солей с поглощающим комплексом происходит не только изменение электрического поля коллоидной системы, но и реакция двойного обмена с выделением в раствор натриевых соединений полимерной кремнекислоты, сульфатов, гуматов и алюминатов натрия и других соединений, образующих гидрофильную плазму. В связи с этим предложено для мелиорации солонцов использовать не только соли кальция, но и соли трехвалентных металлов или полимер-структураторов.

В своей коллективной работе В.М. Боровской и Э.А. Соколенко (1971) описывают методы расчета на ЭВМ ионно-солевого комплекса почв, объясняют физико-химические основы вспышки щелочности почв при орошении, показывают возможность использования математического аппарата для определения механизма переноса солей в почвах. Помимо чисто теоретических вопросов, авторы разработали также ряд практических рекомендаций для расчета промывных норм и определения параметров тепломассопереноса в почвах.

На основании многочисленных опытов по мелиорации солонцов в Северном Казахстане разработаны: агромелиоративная группировка солонцовых почв с рекомендацией мероприятий окультуривания солонцов по каждой группе и виды мелиорации солонцов (В.Н. Михайличенко), рекомендации по созданию культурных пастбищ, ассортимент соле- и солонцеустойчивых сельхозкультур (Байтканов), перспективные сельскохозяйственные орудия для обработки солонцов.

В.Н. Михайличенко предлагает использовать в этом регионе такие виды мелиорации солонцовых почв: химическую (внесение гипса и других мелиорантов); травосеяние; агрофито-химическую (использование собственных резервов кальция в виде карбоната кальция, гипса, глубокие мелиоративные вспашки, травосеяние; фито-агротехническую (механическая обработка, травосеяние); залужение соле- и солонцеустойчивыми травами сильно засоленных солонцов.

В Северном Казахстане Институт почвоведения АН КазССР занимался усовершенствованием метода внесения гипса для разных видов солонцов. Предложен способ двукратного внесения гипса с последующим глубоким (на 35–37 см) безотвальным рыхлением. Норма гипса рассчитывалась на суммарную мощность горизонтов B_1 и B_2 . Часть дозы гипса вносят под вспашку плугом с предплужниками, а следующую – под дискование. Такой метод применяется в Украине (Самбур и др.). В условиях Казахстана он оказывает положительное действие на протяжении 12 лет (Л.Ф. Кисляков, 1981).

В опытах этого института, проводимых при орошении, установлено, что на луговых солончаковых солонцах содового типа засоления заметное снижение щелочности наблюдалось при внесении дефеката (12 т/га) совместно с серной кислотой (15 т/га) или с фосфогипсом (24 т/га) (Ж.У. Аханов и др., 1981).

Для условий Целиноградской области, где солонцы образуются при периодическом влиянии гидрокарбонатных грунтовых вод, мелиорацию слабосолонцеватых почв рекомендуется проводить путем гипсования по глубокому безотвальным и отвальным вспашкам (Еськов, Кирюшин). Для солонцов черноземной зоны больший эффект обеспечивает плантажная вспашка, если в

извлекаемой массе породы содержится не более 20% поглощенного натрия. Но на солонцах с очень низким содержанием гумуса ее применять не следует, поскольку ухудшается азотный режим (Кирюшин).

По мнению ряда почвоведов (Асанбаев, 1972; Кожевников, 1974; Чултуров, 1975 и др.), лучшим способом мелиорации солонцов этого региона является плантажная вспашка. К.П. Пак и А.Ф. Новикова пришли к заключению, что для условий Кустанайской области более эффективна ярусная вспашка.

Завершая обобщение литературы относительно состояния солонцовой проблемы на территории стран бывшего Советского Союза, нельзя не отметить высокую степень реализации в те годы приемов окультуривания солонцов. Их разработкой, как было отмечено выше, занимались около 40 научных и учебных учреждений. Только за последние 10 лет (1976–1986 гг.) были проведены гипсование солонцовых почв на площади 1,9 млн га и мелиоративная обработка на площади 1,5 млн га. Около 20 млн га целинных и залежных солонцовых земель вовлечено в пашню обычными плугами. К 2000 году намечалось довести площади мелиорированных земель до 35–40 млн га, что составляло бы 50% площади пашни. Это были планы на перспективу (Репин, 1979). Однако они не осуществились из-за распада СССР и наступившего трудного экономического положения в период перехода к рыночной экономике.

Таковы краткие результаты исследований почвоведов мира о распространении засоленных почв и рекомендуемых способах повышения их плодородия. Прежде чем перейти к агроэкологической оценке вышеназванных приемов мелиорации, целесообразно сделать заключение по двум важным вопросам – источникам солей и их перераспределению, специфике солонцеобразования в разных биоклиматических поясах мира. С учетом их должны решаться вопросы выбора оптимальных путей мелиорации засоленных почв.

Источники солей на земной поверхности и их перераспределение.

Исследования показали, что засоленные почвы появились на земной поверхности под влиянием солей

разного происхождения и перераспределения. К основным источникам солей следует отнести следующие.

Соли океанов и морей. Они поступают непосредственно с приливами морской воды на низком побережье; путем эолового переноса солей с акваторий вглубь континентов; при выветривании четвертичных отложений современных морских террас и отложений третичного и более древнего возраста, выклинивающихся на поверхность в процессе эрозионного расчленения территории.

Соли недрового происхождения, заключенные в породах разного возраста в виде соляных куполов, перекрытых в настоящий период более молодыми четвертичными породами. Сюда же следует отнести и соли подземных, в том числе грунтовых вод.

Соли, возникающие в процессе выветривания кристаллических пород, продуктов современного и древнего извержения вулканов и других пород.

Соли биологического происхождения, связанные с разложением органических остатков.

По А.Н. Соколовскому (1971), среди разных путей появления солей на земной поверхности главное значение принадлежит солям, заключенным в отложениях пород разного возраста в виде соляных куполов и других солепроявлений, а также в подземных водах. По сравнению с огромными запасами в них солей (Кларк, Ферсман, Вернадский, Сибирцев, Ковда и др.) засоленные почвы, по мнению Соколовского, можно рассматривать лишь в качестве пленки на огромной толще геологических отложений как солепроявление на земной поверхности. Однако фактор воздействия современного климата на образование засоленных почв не опровергается никем из исследователей. Большое значение в перераспределении солей и образовании засоленных почв имеет режим увлажнения почв (В.А. Ковда, 1946). При близком залегании минерализованных грунтовых вод (гидроморфные условия) устанавливается капиллярно-грунтовое увлажнение с сезонным режимом необратимого засоления и образованием солончаков.

На территории с залеганием грунтовых вод в пределах 3-6 (8) метров в почвах устанавливается пленочно-капиллярное увлажнение с сезонно обратимым

процессом засоления – рассоления. Это полугидроморфные условия, в которых образуются лугово-степные солонцы и лугово-каштановые почвы.

В условиях глубокого залегания грунтовых вод (ниже 6–8 метров) имеет место лишь элювиальное увлажнение без участия грунтовых вод в почвообразовании. Здесь устанавливается сезонно-необратимое рассоление, с образованием степных солонцов, темно-каштановых солонцеватых и каштановых солонцеватых почв. Процесс почвообразования направлен в сторону рассоления и рассолонцевания.

Особенности режима увлажнения хорошо контролируются в системе геохимической сопряженности, которая оказывает большое воздействие на перераспределение солей. В автономных ландшафтах совершается вынос солей вниз. В переходных, транзитных ландшафтах, соли перемещаются геохимическим потоком по уклону, а в подчиненных ландшафтах происходит аккумуляция солей.

Солонцеобразование в разных биоклиматических условиях.

Главнейшую роль в процессах засоления-рассоления и осолонцевания играют климат и растительность. В каждом биоклиматическом поясе процессы засоления и осолонцевания имеют свою специфику, что отражается в их химическом составе, физических свойствах, в составе коры выветривания, определяя в целом уровень плодородия засоленных почв.

Довольно наглядно распределение засоленных почв в мире видно по сводной таблице 5, составленной нами на основании данных Н.Н. Розова и М.Н. Строгановой (1997). Несколько дополнений в нее внесено нами и в отношении степени гидроморфности и засоления на основании материалов по Украине и отчасти России.

Приведенные в таблице данные свидетельствуют, во-первых, о четкой интразональности засоленных почв почти во всех зонах. Во-вторых, проявляется специфичность каждой зоны, условий почвообразования в ней, накладывающих своеобразный отпечаток на состав и свойства засоленных почв, в пределах даже одного типа. Поскольку в литературе этому вопросу уделено недостаточно внимания, обратимся к конкретным данным, показанным в табл. 5 и рассмотрим особенности засоленных почв в каждой биоклиматической зоне.

В **тропическом поясе** формируются совершенно оригинальные мангровые почвы приливно-океанических ландшафтов. Когда в прибрежной части образуются дельты, то они подвергаются периодическому затоплению морской водой, после сброса воды дельты высыхают. Окислительно-восстановительные процессы в таких условиях сдвигаются то в одну, то в другую сторону. При затоплении протекает сульфатредукция, и почвы становятся щелочными, при высыхании территории происходит окисление соединений железа, и почвы становятся кислыми, в них накапливаются соединения железа и марганца.

Таблица 5. Засоленные почвы различных биоклиматических поясов мира
(по Н.Н. Розову и М.Н. Стrogановой, 1997 с добавлением автора)

Особенности климата по степени атмосферного увлажнения	Режим увлажнения почв	Особенности коры выветривания и почвообразования	Почвы
1	2	3	4
ТРОПИЧЕСКИЙ ПОЯС			
Тропический гумидный	Гидроморфный приливно-океанический	Глеевые засоленные	Мангры
Тропический семиаридный	Полугидроморфный	Феррасиаллитные солонцово-осолоделые щелочные глеевые	Солоди, солонцы
Тропический аридный	Автоморфный	Сиаллитные карбонатно-засоленные щелочные слабо ферратизированные	Пустынные тропические
	Полугидроморфный	Сиаллитные засоленные	Солончаки
СУБТРОПИЧЕСКИЙ ПОЯС			
Субтропический семиаридный	Полугидроморфный	Карбонатно-сиаллитные солонцово-осолоделые щелочные глееватые	Солонцы субтропические, солоди
	Автоморфный	Карбонатно-сиаллитные слабощелочные	Сероземы солончакватые, пустынные щепнистые
		Сиаллитные грубообломочные	Лугово-сероземные засоленные, почвы оазисов засоленные
Субтропический аридный	Полугидроморфный	Карбонатно-сиаллитные слабощелочные лугово-глееватые	
	Гидроморфный	Карбонатно-сиаллитные	Солончаки, такыры

		щелочные засоленные	
--	--	---------------------	--

Продолжение таб. 5

1	2	3	4
СУББОРЕАЛЬНЫЙ ПОЯС			
Суббореальный семигумидный	Полугидроморфный	Монтмориллонитово-карбонатно-сиаллитные солонцово-осолоделые глееватые засоленные	Лугово-черноземные солонцеватые, солонцы лугово-степные, солоди
	Гидроморфный		Солонцы луговые, солонцы-солончаки, черноземно-луговые солонцеватые
Суббореальный семиаридный	Автоморфный	Карбонатно-сиаллитные щелочные частично монтмориллонитовые	Черноземы солонцеватые, темно-каштановые и каштановые солонцеватые, солонцы степные
	Проугидроморфный	Карбонатно-сиаллитные солонцовые	Лугово-каштановые солонцеватые, солонцы лугово-степные
	Гидроморфный	Такие же	Каштаново-луговые солонцеватые, солонцы луговые, солончаки

Суббореальный аридный	Автоморфный	Карбонатно-сиаллитные слабощелочные	Светло-каштановые солонцеватые, бурые полупустынные солонцеватые, солонцы полупустынные
	Полугидроморфный	Карбонатно-сиаллитные	Лугово-бурые солонцеватые, солонцы полупустынные

Продолжение таб. 5

1	2	3	4
	Гидроморфный	Карбонатно-сиаллитные засоленные	Солонцы полупустынные, луговые солончаки, такыры
БОРЕАЛЬНЫЙ ПОЯС			
Семигумидный мерзлотно-таежный	Полугидроморфный	Карбонатно-сиаллитные солонцово-осолоделые глееватые мерзлотные	Солонцы мерзлотные, солоди мерзлотные

Специфичность засоленных почв в этом поясе проявляется глубоко идущими процессами геохимического выветривания с выносом продуктов распада силикатной части и образованием подвижных соединений железа, придающих желтоватую или красноватую окраску всем почвам и особую их структуру. Процесс ферраллитизации охватывает и некоторые засоленные почвы данного пояса, где образуются ферраллитные солонцовые и осолоделые глеевые почвы с нейтральной и щелочной реакцией.

В семиаридном тропическом климате в полугидроморфных условиях сформировались феррасиаллитные солонцово-осолоделые щелочные глеевые почвы – солоди, солонцы.

В аридном тропическом поясе в автоморфных условиях развиваются тропические сиаллитно-карбонатные почвы – пустынные почвы, а в гидроморфных условиях образуются засоленные почвы – солончаки.

В **субтропическом поясе** геохимические процессы выветривания характеризуются несколько меньшим распадом силикатов и выносом продуктов разложения. Однако этот процесс проявляется в образовании красноземов и желтоземов. Засоленные почвы появляются в семиаридном климате в полугидроморфных условиях. Все карбонатно-сиаллитные солонцово-осолоделые щелочные глееватые почвы – солонцы субтропические и солоди.

В аридном субтропическом климате засоленные почвы встречаются в условиях автоморфного, полугидроморфного и гидроморфного увлажнения. Это карбонатно-сиаллитные слабощелочные почвы – сероземы солончаковые, а также пустынные щебнисто-каменистые, лугово-сероземные да засоленные и солонцеватые, карбонатно-сиаллитные щелочные почвы оазисов – солончаки.

В **суббореальном поясе** среди засоленных почв преобладающим по охвату территории является процесс солонцеобразования, который имеет заметные отличия в разных природных зонах. Так, в лесостепной зоне солонцеобразование сильно выражено в условиях полугидроморфного и гидроморфного увлажнения. При слабой дренированности грунтовые воды залегают относи-

тельно близко и обогащают почвы содой. Поэтому для этой зоны характерно содовое и смешанное засоление. Но в пределах этой зоны солонцы различаются по строению профиля. При высоком залегании грунтовых вод и содовом засолении формируются почвы поверхностно-солонцового типа, в которых элювиальный горизонт слабо выражен. При более глубоком залегании грунтовых вод образуются глубоко-солонцеватые почвы смешанного засоления. Именно в них содержание поглощенного натрия наиболее высокое (многонатриевые солонцы). Солончаки образуются в гидроморфных условиях. По составу коры выветривания и почвообразования засоленные почвы лесостепи характеризуются как монтмориллонитовые карбонатно-сиаллитные солонцово-осолоделые глееватые и засоленные.

В сухостепной зоне (семиаридный суббореальный климат) развиваются черноземы южные (нередко глубокозасоленные), темно-каштановые и каштановые солонцеватые почвы и солонцы. В этой зоне большое место по площади занимают автоморфные солонцеватые почвы и солонцовые комплексы с пятнами солонцов степных. Это карбонатно-сиаллитные солонцовые щелочные почвы, частично монтмориллонитовые. Они развиваются вне влияния грунтовых вод и являются остаточными солонцеватыми. Степные солонцы часто относятся к малонатриевым, с «физической солонцеватостью». В этой зоне образуются также солонцы степные на выходах засоленных третичных глин.

Почвы засолены нейтральными солями, щелочные, но значительно в меньшей степени, чем солонцы лесостепной зоны содового химизма.

На плохо дренированной территории развиваются солонцы лугово-степные в комплексе с лугово-каштановыми солонцеватыми почвами, а в гидроморфных условиях увлажнения – солонцы луговые в комплексе с каштановыми луговыми солонцеватыми почвами, а также солончаки (в прибрежных территориях или в подчиненных ландшафтах).

Бореальный пояс. Засоленные почвы могут образоваться только при сочетании специфики климата с особенностями водно-солевого режима почв в условиях вечной мерзлоты. Оттаивание почвы в летний период сопровождается капиллярным подъемом растворов солей

и процессами засоления, осолонцевания и осолодения почв.

Таким образом, засоленные почвы мира весьма разнообразны по своему генезису и развиваются в зависимости от природных условий, химического состава солей, условий грунтового увлажнения. Поэтому в каждой стране приемы мелиорации дифференцируют исходя из почвенно-климатических условий.

Обобщение мирового опыта мелиорации позволило И. Сабольчу (1991) составить группировку всех засоленных почв мира. В ее основу положено различие в действии ионов солей, вызывающих осолонцевание или засоление, хлоридов и сульфатов натрия, ионов магния, кальция, железа, алюминия. При их участии образуются собственно засоленные почвы, почвы со щелочной реакцией, почвы магниевого засоления, гипсово-железистые почвы и кислые сульфатные почвы.

Для почв каждой группы предложены дифференцированные способы их мелиорации. С учетом последовательности изложения названных почв рекомендуется удаление избытка солей, понижение или нейтрализация высокой щелочности с помощью химической мелиорации, выщелачивание и изменение влияния среды почвенного раствора.

4. Агрэкологическая оценка способов мелиорации засоленных почв

Анализ вышеприведенных материалов показывает, что к проблеме мелиорации засоленных почв привлечено большое внимание многих стран мира, особенно стран СНГ, Западной Европы, Канады, США, Индии.

В результате интенсивного поиска эффективных способов повышения плодородия засоленных почв были разработаны усовершенствованные технологии внесения мелиорантов в почву, изучено мелиорирующее воздействие на солонцы различных природных мелиорантов, отходов промышленного производства, определены оптимальные виды глубоких обработок (ярусная, плантажная, безотвальная). Особое внимание исследователей разных стран было уделено разработке дифференцированных приемов мелиорации для разных солонцов с составлением агромелиоративных группировок. Важным

этапом исследования было составление карт распространения засоленных почв в отдельных странах и в мире.

В области оросительной мелиорации были изучены последствия широкого орошения почв в суббореальном климате и способы повышения их плодородия. В ряде стран оптимальные приемы мелиорации были внедрены в сельскохозяйственное производство на значительных площадях, особенно в странах СНГ, где внедрение осуществлялось за государственный счет.

Освещая мировой опыт мелиорации, в то же время очень важно оценить его в агроэкологическом аспекте, поскольку в последние десятилетия проблема экологии стоит в центре внимания мировой общественности.

Многие исследователи интенсивно занимаются вопросами экологии. Разрабатывается методика определения устойчивости почв к техногенным воздействиям (Глазовская, 1999; Кирюшин, 1996 и др.). Большое внимание уделяется вопросу буферности почв (Трускавецкий, 2003). В качестве главных показателей экологической устойчивости территории предлагается учитывать эколого-мелиоративный потенциал, который может быть положительным или отрицательным, в зависимости от реакции на мелиорацию, и выражается продуктивностью агроценоза. Критерием оценки служат почвенный покров, породы зоны аэрации, грунтовые и пластовые воды (Казанцев и др., 1996). Предлагается методическое пособие по экологическому обоснованию мелиорации (Решеткин, 2001). Разрабатывается агроэкологическая концепция орошения черноземов, а также мелиорации солонцов (Балук и др., 2001). Исследуются экологические последствия мелиорации солонцовых почв, расположенных в верхней части склона, для прилегающих ниже массивов (И.Н. Любимова, 1996). Дана экологическая оценка различных мелиоративных воздействий на ландшафты и направление почвообразовательных процессов (А.В. Новикова, 1999). Изучается загрязнение почв, грунтовых вод и оросительных вод токсикантами и тяжелыми металлами (С.А. Балук, В.Я. Ладных и др., 2001), загрязнение фосфогипса фтором и стронцием (Е.Ф. Говорков, 1996 и др.), степень опасности загрязнения при повторном

внесении фосфогипса (Н.В. Семендяева, Н.В. Добротворская, 1996; Л.И. Березин, 1996). Разрабатываются способы снижения токсичного воздействия на почву внесением цеолитов (Н.П. Панов, Н.А. Гончарова, 1996; Н.П. Мозгова, Г.А. Евдокимова, 1996).

Обобщение и анализ материалов, приведенных в первых разделах данной работы, позволило автору выявить как положительные, так и отрицательные аспекты экологического воздействия мелиорации засоленных почв и оросительной мелиорации. Это дало возможность автору в продолжение своих исследований по экологии более детально остановиться на экологической оценке мелиорации.

Ниже приводится экологическая оценка приемов мелиорации солонцов: химической (состав мелиорантов, способы их внесения); глубокой мелиоративной обработке солонцов (агробиологический метод); фитомелиорации, электромелиорации. Отдельно рассматривается оросительная мелиорация.

Химическая мелиорация. Состав мелиорантов

При химической мелиорации почв применяют кальцийсодержащие природные соединения и отходы промышленности, содержащие кальций, а также кислоты, кислотообразующие вещества и органические мелиоранты.

К кальцийсодержащим мелиорантам относятся гипс, известняк, мел, хлористый кальций, азотнокислый кальций, фосфогипс, дефека́т и др. Большинство мелиорантов, особенно природного происхождения, являются совершенно безвредными, экологически чистыми и безопасными. Фосфогипс следует отнести к группе экологически опасных мелиорантов в связи с наличием примесей фтора и стронция, токсически влияющих на растения. Однако от него не следует отказываться, потому что он имеет кислую реакцию и лучше, чем гипс, растворим, оказывает более сильное воздействие на рассолонцевание и относится к фосфорным удобрениям. Его токсическое воздействие происходит лишь при внесении дозы более 40 т/га (Говоренков, 1996) и при повторном внесении через несколько лет в повышенных дозах (Семендяева, Березин и др.).

Фосфогипс широко применяют как в богарных, так и в орошаемых условиях во многих странах мира: России, Украине, Молдавии, Румынии, Индии, Испании, США.

Воздействие хлористого кальция изучали в богарных и орошаемых условиях во многих странах мира. Это легкорастворимый и потому быстродействующий мелиорант. В США (Калифорния) хлористый кальций вносили при орошении на фоне горизонтального дренажа. Более сильное рассолонцовывающее действие он вызвал на солонец по сравнению с гипсом, разбавленной кислотой и серой (Брансон, Файерман, 1960).

В богарных условиях Украины (Среднее Приднпровье) хлористый кальций также способствовал энергичному вытеснению натрия в первые годы после его внесения. Однако его лучше применять при орошении, поскольку результатом обменной реакции является хлористый натрий, весьма токсичный для растений (Можейко, 1964). На осолодевающих солонцах лучшее действие, чем гипс, оказывают известь, мел, дефекат. Это подтверждено опытами в Венгрии, России, Канаде и других странах.

Помимо названных кальциевых мелиорантов, большое положительное действие имеет кальциевая селитра. Об этом свидетельствуют результаты опытов в Канаде (Кэйрнс и др., 1980), в Грузии (Симонов, 1977; Мурванидзе, 1979).

В целях усиления мелиорирующего действия гипса многие исследователи стали применять его совместно с другими веществами. В Канаде внесение гипса с нитратом аммония повысило его растворимость на 40% и действовало так же, как и минеральное удобрение. При этом повысился урожай сельхозкультур. Установлено, что эффективность гипсования возрастает также при совместном внесении гипса с азотно-фосфорными удобрениями (Войтович, Колебер, 1980; Мигуцкий, Парфенов, 1981).

Смесь фосфогипса с сернокислым железом способствует ускорению рассолонцевания, повышает активность ионов кальция, снижает степень дисперсности при внесении их во вторично содово-засоленную солонцовую почву террасы дельты Днепра (Новикова,

Гаврилович, 1984). Усиливается рассолонцевание почв и при внесении смеси гипса с известью.

Установлено, что результативность химической мелиорации зависит не только от состава и дозы мелиоранта, но и от интенсивности удаления продуктов обменной реакции. Если эти продукты обмена (NaCl , Na_2SO_4) не выносятся из сферы реакции, то рассолонцевание прекращается. Поэтому гипсование луговых солонцов с залеганием высокоминерализованных грунтовых вод ближе 2 м малоэффективно (Оборин, 1962; Чапко, 1987; Новикова, 1961).

Кислоты и кислотообразующие вещества включают серную, азотную кислоты, сернокислое железо, пирит, серу. Воздействие серной кислоты на почву зависит от степени ее карбонатности. При внесении кислоты в карбонатную почву образуется гипс, кальций которого способствует вытеснению поглощенного натрия. В бескарбонатных солонцах поглощенный натрий вытесняется ионом водорода, что приводит к энергичному разложению минеральной части почвы, ненасыщенности поглощающего комплекса основаниями. Поэтому кислоты можно вносить только в карбонатные с поверхности солонцовые почвы.

Как установлено в Украине (Михновская, 1984), концентрированная серная кислота вызывает подавление микробиологической деятельности и приводит даже к сжиганию части органических веществ. Даже при внесении разбавленной азотной кислоты (1%) на четвертый год после этого отмечается снижение количества микрофлоры (на 20%) по сравнению с контрольной почвой (Чапко, 1984). Большой опыт кислотования накоплен в Армении, где разбавленную серную кислоту вносили при орошении на фоне дренажа. Вместе с кислотой вносили также гипс и полимеры. Авторы отмечают, что кислотование вызывает более сильную коагуляцию коллоидов, чем гипсование. Действие кислоты на микрофлору не определялось.

Разбавленные серная и азотная кислоты применялись также в Грузии, России (Ставропольский край, Ростовская область, Западная Сибирь), Украине, США. Все исследователи отмечают большую эффективность в отношении снижения количества поглощенного натрия и

коагулирующего действия на почвенные коллоиды, однако воздействие кислот на почвенную биоту освещено весьма слабо. Вопрос этот имеет существенное значение в экологическом отношении и нуждается в постановке углубленных исследований. По нашему мнению, концентрированная серная кислота является экологически опасной, и применять ее в богаре не следует.

Сернокислое железо, пирит и сера испытывались в качестве мелиорантов во многих странах мира. При внесении сернокислого железа в почву образуется серная кислота и окись железа. Дальнейшее воздействие аналогично внесению кислоты. Пирит окисляется до сернокислого железа с последующим действием серной кислоты на почву. Элементарная сера под воздействием серобактерий в воде образует серную кислоту. Все авторы отмечают ее медленную окисляемость, поэтому ее мало применяют для мелиорации солонцов. Положительное действие сернокислого железа отмечено на содовых солонцах Армении, России, Украины, США и других стран.

К группе органических мелиорантов относятся некоторые отходы промышленности, содержащие органическое вещество (лигнин и др.), зеленое удобрение, солома, илы, которые богаты органикой. Мелиорирующее действие их состоит в интенсивном продуцировании CO_2 при разложении органики. В присутствии воды образуется угольная кислота, способствующая переходу нормальной соды в двууглекислую, менее токсичную, а кроме того, усиливает растворение карбонатов, кальций которых вытесняет поглощенный натрий из почвенного поглощающего комплекса.

Среди мелиорантов такого типа наиболее известен лигнин (а также лигнит), применяемый во многих странах мира (Россия, Молдавия, Индия, США, Канада и др.). В Ставропольском крае России Е.И. Годунова и Шевякина (1996) установили, что при внесении лигнина в солонцеватые черноземы увеличивается содержание гумуса на 0,3–0,5%, улучшается его состав, снижается рН на 0,5, уменьшается содержание обменного натрия в почве. Наибольшая прибавка урожая озимой пшеницы получена при внесении лигнина в дозе 30 т/га совместно с навозом и азотными удобрениями.

В 70–80 годы прошлого века проведены разработки более совершенных технологий внесения мелиорантов в почву. Обычно мелиоранты вносят под вспашку на глубину 25 см. При этом достигается рассолонцевание только самой верхней части иллювиального горизонта. Степень окультуренности почв в этом случае весьма небольшая, поскольку процесс солонцеобразования полностью не прекращается. Необходимо было разработать такой способ внесения мелиорантов, который бы обеспечил мелиоративное воздействие на всю мощность иллювиального горизонта.

В Венгрии был предложен метод двухслойной мелиорации остепняющихся луговых солонцов (И. Бочкаи, Паточ, 1978). В горизонт А вносили известь, а в горизонт В – гипс. Через каждые четыре года проводили глубокое рыхление на глубину 60 см. Этот метод был испытан в Чехословакии и дал положительные результаты как в отношении степени рассолонцевания почв, так и по продуктивности почвы.

В России (Западная Сибирь) разработан способ внесения гипса непосредственно в иллювиальный горизонт с помощью специальной пневматической машины, подающей гипс. Урожай сельхозкультур вследствие этого удваивался (Степанец, 1980).

Для освоения лугово-степных сильнозасоленных солонцов Северного Казахстана предложена технология двухразового внесения гипса с последующим глубоким рыхлением. Часть гипса вносилась под вспашку с предплужниками, вторая – поверхностно (Кисляков, 1981).

Однако, как показывает опыт мелиорации разных солонцов в богарных условиях, разрушение глубокой вспашкой солонцового экрана (иллювиального горизонта) в луговых солонцах может вызвать вторичное засоление почвы и ухудшить ее плодородие. Такой метод экологически опасен для луговых солонцов (А.В. Новикова, 1961). Поэтому эти технически более совершенные методы внесения гипса могут применяться только с учетом степени грунтового увлажнения.

Опыт мелиорации в разных странах показывает, что рассолонцевания почв возможно добиться и без внесения мелиорантов, но при условии орошения пресной водой хорошего качества и наличии в почвах карбонатов кальция. Это установлено индийскими и канадскими почвоведомы (105, 106, 107, 124, 126).

Химическая мелиорация является основным направлением мелиорации солонцовых земель в зоне лесостепи, поскольку здесь выпадает относительно повышенное количество атмосферных осадков, необходимых для растворения мелиорирующих веществ. В зоне сухой степи она эффективна лишь при орошении.

Глубокая мелиоративная обработка солонцов

Как отмечено выше, в зоне сухих степей и полупустынь основным направлением мелиорации солонцов является глубокая мелиоративная вспашка (по Антипову-Каратаеву и Паку - агробиологический метод). Целью этого приема является извлечение на поверхность неглубоко залегающих карбонатов или гипса самой почвы, механическое разрушение иллювиального горизонта, перемешивание его массы с породой, содержащей мелиорант, улучшение водно-физических свойств. Под влиянием выпадающих атмосферных осадков карбонаты кальция или гипс, растворяясь, способствуют повышению активности ионов кальция и рассолонцеванию почвы. Продуктивность почвы резко возрастает. Глубина вспашки зависит от глубины залегания карбонатов или гипса. Она может колебаться в больших пределах - от 40-60 см до 120 см (последнее относится к солонцам Канады и США). Этот прием является радикальным, поскольку обеспечивает окультуривание всего профиля почвы на всю мощность иллювиального горизонта и создает мощный пахотный слой, отличается большой длительностью последствия и обеспечивает высокую степень окультуренности почвы.

Однако этот прием может осуществляться только на степных, лугово-степных солонцах и солонцеватых почвах. Для них он экологически безопасен, если не учитывать некоторого снижения количества гумуса и подвижных питательных веществ в самой верхней части

профиля почв, куда привносится слой породы. Этот недостаток проявляется лишь при обработке почвы плантажным плугом. При вспашке ярусным плугом на поверхности почвы сохраняется более плодородный верхний горизонт. Для луговых солонцов, как уже отмечалось выше, глубокая мелиоративная вспашка вызывает резкое негативное последствие.

Безотвальную глубокую (на 40 см) вспашку солонцов нельзя считать приемом мелиорации. Она лишь на время (2–3 года) обеспечивает улучшение физических свойств и впитывание почвой атмосферной влаги, а собственно рассолонцевания почвы при этом не происходит. Прием безотвального рыхления является экологически безопасным.

А вот агротехническая обработка целинных солонцов с маломощным пахотным слоем путем обычной вспашки на глубину 25 см является экологически опасным приемом. Вынесенный плугом на поверхность иллювиальный горизонт под влиянием атмосферных осадков размокает, становится вязким, а в сухом состоянии на его поверхности образуется плотная корка. Повышенное содержание поглощенного натрия, высокая щелочность и очень плохие физические свойства препятствуют развитию сельскохозяйственных растений. Посевы на таких землях в первое время погибают вовсе. Такие особенности обработки солонцовых земель были отмечены в период кампании по освоению целинных и залежных земель на юго-востоке России и Казахстана.

Отвальная вспашка на глубину 25 см экологически опасна также и при освоении пойменных засоленных земель (солонцы солончаковые и солончаковатые). На поверхность почвы выносятся большое количество токсичных солей, что вызывает гибель растений. В этих условиях возможно лишь безотвальное мелкое рыхление дисковыми орудиями.

Фитомелиорация

К числу дополнительных средств, ускоряющих мелиорацию солонцов, относится фитомелиорация. Это посев соле- и солонцеустойчивых растений. Изучением

таких видов растений занимались многие специалисты в разных районах: в России – Бегучев с сотрудниками, в Украине – Гринченко, Самбур, Чапко, в Казахстане – Байтканов и др.

Некоторые из солонцеустойчивых культур (белый донник) имеют мощную корневую систему, способную разрыхлять плотный солонцовый горизонт. При разложении надземной и подземной частей растений почва обогащается органическим веществом и питательными элементами (азот, калий, кальций и др.). Кроме того, при этом процессе выделяется углекислота, которая способствует переводу нормальной соды в менее токсичную двууглекислую соду.

Поэтому в странах, где химическая мелиорация ведется в ограниченных масштабах, прибегают к биологическим способам мелиорации (Индия, Пакистан, Аргентина и др.). В Аргентине фитомелиорацию осуществляли на площади 45 тыс. га (Молина, Сауберан, 1965). Особенно большой эффект посева соле- и солонцеустойчивых растений проявился при освоении под культурные пастбища почв на малопродуктивных землях юго-востока России, Казахстана и Украины, в частности на пойменных засоленных землях.

Фитомелиорация является экологически безопасным вспомогательным приемом повышения плодородия засоленных почв.

Электромелиорация

В целях ускорения мелиорации засоленных почв проводилось также изучение возможности использования электрического и магнитного полей. На основании многолетних опытов А.Ф. Вадюнина (1979) пришла к выводу, что при орошении электромелиорация в сочетании с химической мелиорацией является весьма эффективным методом рассоления и рассолонцевания солонцовых почв тяжелого гранулометрического состава. В них уменьшается количество солей, поглощенного натрия, улучшается агрегированность почвенной массы, что сказывается на повышении урожая сельскохозяйственных культур.

Для осуществления такого метода на поле устанавливают катод в виде сетки и ряд трубанодов, со-

единенных токопроводящей рамой. Однако, в связи с техническими сложностями метод пока не получил широкого применения, хотя он является экологически безопасным для почвы, но возможно опасным для людей. Кроме того, этот метод применим лишь при орошении.

Такова краткая агроэкологическая оценка химического состава, способов внесения мелиорантов и технологии обработки засоленных почв. Она может быть использована для прогнозирования последствий мелиорации и для более обоснованной дифференциации приемов, а также при разработке экологических нормативов.

Вместе с тем успех мелиоративных работ зависит еще и от положения территории в ландшафте, специфики гидрогеологии, геоморфологии и химических процессов. В конечном итоге это определяет и степень податливости почв к мелиорации. С учетом положения элементарного ландшафта, мы предлагаем выделить такие группы почв по степени их податливости.

В подчиненных ландшафтах Лесостепи и сухой Степи, где преобладают аккумулятивные процессы геохимической горизонтальной миграции, почвы неподатливы к воздействию химической мелиорации без применения искусственного дренажа и промывок от солей. Это солончаки, солончаки – солонцы луговые содового или нейтрального засоления, поверхностно-солонцеватые содовые.

Слабо податливыми к химической мелиорации без искусственного дренирования являются почвы переходных транзитных ландшафтов, с залеганием грунтовых вод, обеспечивающих пленочно-капиллярное увлажнение – лугово-степные полугидроморфные солонцы содового и смешанного химизма. К таковым относятся и почвы, развивающиеся на выходах засоленных третичных глин автономных ландшафтов в степной зоне.

Хорошо податливы к мелиорации с помощью глубокой мелиоративной плантажной вспашки почвы автономных ландшафтов, отчасти верхней части транзитных ландшафтов в сухостепной зоне, – солонцы степные, солонцы лугово-степные и их комплексы с темно-каштановыми солонцеватыми почвами.

Указанные различия почв по степени податливости в связи с их положением в ландшафте должны учитываться при разработке прогноза последствий применения дифференцированных приемов окультуривания солонцов и экологических нормативов мелиоративных работ.

Оросительная мелиорация

Орошение земель является единственным источником развития цивилизации в странах аридного и экстрааридного климата. Оно имеет тысячелетнюю историю. Воздействие его на почвы и территорию в целом хорошо изучено и освещено в научных публикациях регионального и международного характера.

Исторической особенностью ирригации во второй половине прошлого века является ее распространение (сдвиг) к северу, в зону суббореального климата в широких масштабах. Это относится к странам СНГ, где выделялись огромные государственные средства на развитие оросительной, осушительной и химической мелиораций, а также на химизацию и механизацию сельского хозяйства. Только в Украине площадь орошаемых почв превышала 2 млн га. Впервые крупные оросительные системы в этой стране были построены в зоне северной, южной и сухой Степи, где распространены обыкновенные черноземы, южные черноземы, темно-каштановые солонцеватые почвы и солонцы. Широко осваивалась под орошение территория Причерноморской низменности с ее плохой дренированностью, засоленными почвообразующими породами, минерализованными неглубоко залегающими грунтовыми водами. Для обеспечения систематической подачи воды на поля и строительства гидроэлектростанций пришлось соорудить каскад водохранилищ на Днестре. При этом были затоплены самые продуктивные луга и пастбища возле Днестра.

Опыта широкомасштабной ирригации в этой зоне не было, поэтому оросительные системы, построенные вначале, были несовершенными. В них отсутствовала надежная гидроизоляция в ложе каналов и дренажно-коллекторная сеть. Когда в сухие степи пришла «большая вода», местные специалисты стремились подавать ее на поля как можно больше для получения высоких урожаев. Результатом было подтопление низких

участков и даже части населенных пунктов, подъем минерализованных грунтовых вод и вторичное засоление на отдельных участках (их площадь достигла 100 тыс. га).

Позже, на основании проекта мелиоративного улучшения орошаемых земель, все эти недостатки были исправлены. Повысился уровень проектирования. При этом большое внимание уделялось прогнозированию вторичного засоления почв при орошении, что позволило правильно отобрать участки первоочередного строительства дренажа, а также выбору оптимального режима орошения (Новикова, 1975).

Оросительная мелиорация обеспечила выполнение главной задачи – повышение урожая сельскохозяйственных культур независимо от климатических условий.

К изучению воздействия широкомасштабного орошения на почвы, гидрогеологические условия и растительность были привлечены специалисты разного профиля научных и учебных заведений Украины и России. Это позволило в короткий срок выявить основные закономерности почвообразования, как в солонцовых почвах так и в черноземах.

Анализ данных этих исследований позволяет отметить следующие негативные экологические последствия широкого орошения (Новикова, 1999). Так, в солонцовых почвах, ранее остепняющихся, произошла ирригационная реградация, деградация, осолонцевание, рассоление и рассолонцевание.

Ирригационная реградация возникает при переполивах, отсутствии дренажа, когда поднявшиеся грунтовые воды, превышая критическую глубину, вызывают вторичное засоление, т.е. возврат к предшествующей стадии образования засоленных почв.

Ирригационная деградация является следствием использования под посевы риса прибрежных ландшафтов с засоленными и солонцеватыми почвами. Бессменное длительное выращивание риса на одном месте вызывает сульфатредукционные процессы, повышение щелочности, появление подвижных форм железа и алюминия, подвижных органических веществ, трансформацию вторичных минералов и снижение плодородия почв.

Ирригационное осолонцевание обусловлено использованием для орошения минерализованных вод неблагоприятного состава.

Рассоление и рассолонцевание отмечается на благополучных (по мелиоративным условиям) землях. В целом этот процесс благоприятен для солонцеватых почв, однако при этом из почвы вымывается вниз кальций, магний, фосфор, органические вещества. Создается так называемая протонная недостаточность с содопроявлением. На орошаемых черноземах отмечается ряд деградационных явлений: ухудшается структура, возрастает плотность, отмечается содопроявление.

С учетом таких негативных экологических последствий коллективы ряда институтов Украины разработали дифференцированные комплексные приемы повышения плодородия почв. На вторичнозасоленных почвах легкого гранулометрического состава рекомендуется комплекс мероприятий: устройство дренажа, промывка методом дождевания с предварительным внесением гипса на поверхность почвы, глубокая вспашка, внесение органических и минеральных удобрений, посев солевыносливых трав (Новикова, Ладных и др., 1984). Подчеркнем, что применение только промывок почв может вызвать негативное экологическое последствие в виде вторичного осолонцевания. Разумеется, что в богарных условиях солончаки и солончаковые почвы, с залеганием токсичных солей в верхнем слое почвы (0–30 см), совершенно непригодны для использования в земледелии.

На рисовых участках предлагается применение глубокого рыхления почв, внесение окислителей, гипса, введение специальных рисовых севооборотов, дренаж (И.С. Жовтоног, 1968; Т.Н. Кириенко, 1985; Н.Ф. Решетняк; 1974 и др.).

На ирригационно осолонцованных землях рекомендуется: осуществлять мелиорацию поливной воды внесением гипса, кислот (А.И. Болдырев, А.И. Борькин, Н.В. Красутская, 1984; Н.А. Лазарчук, 1984; С.А. Балюк, В.Я. Ладных, 2001); или ежегодно вносить в почву гипс (А.М. Можейко, Т.К. Воротник, М.Ф. Буданов, 1965; К.Э. Бурзи, Н.В. Красутская, 1967); регулярно контролировать оросительную воду по предложенным для этой цели показателям и вести наблюдение

за степенью загрязнения вод, почв, растений тяжелыми металлами (С.А. Балюк, В.Я. Ладных и др., 2001).

Для предупреждения деградационных явлений в орошаемых почвах, в том числе содопроявления, рекомендуется внесение гипса в черноземы (И.Н. Гоголев, 1978), в темно-каштановые и другие почвы (А.В. Новикова, Н.Е. Гаврилович, 1984; В.Д. Муха, 1978). Учитывая повышенный вынос из почв растениями и поливами питательных веществ, предлагается увеличить дозы минеральных удобрений (И.Д. Филиппев и др 1978).

Таковы негативные экологические последствия химической и оросительной мелиорации, которые следует учитывать при разработке проектов освоения или мелиоративного улучшения земель.

5. Перспективы развития мелиорации в странах СНГ на примере Украины

Вышеприведенный материал исследований в разных государствах мира свидетельствует о том, что в 60–90 годы прошлого века самый высокий уровень мелиорации был в странах СНГ. Это подтверждается не только участием в этой проблеме большого количества научных учреждений, но и большой практикой внедрения в сельскохозяйственное производство проектов мелиорации солонцовых почв.

После распада Советского Союза положение в этой отрасли земледелия резко изменилось. Так, если по данным Министерства сельского хозяйства России площадь используемых мелиорированных земель в 1990 году составляла 11161,8 тыс. га, то к 2000 году она сократилась на 2161,1 тыс.га. Потеря произошла, во-первых, в результате перевода таких земель в менее ценные угодья, во-вторых, зарастания кустарниковой и древесной растительностью, и, в-третьих, по причине выделения их под дачные участки и др. (Саранин К.И., Безуглов В.Е., Васильева С.А., 2002).

Примерно такое же положение создалось и в Украине, где орошение ведется на значительно меньшей площади, а мелиорация солонцовых земель за государственными счет практически прекратилась.

В периодической печати и рекомендациях земельных органов Украины (Новаковский, Канаш, 2001; Сайко, 2001) внесено предложение о необходимости выведения из пахотных земель в категорию лугов и пастбищ малопродуктивных земель, к которым относятся и солонцовые земли. Кроме того, в действие вступила новая земельная реформа, по которой земля переходит в частную собственность. Все это требовало пересмотра прежних рекомендаций по мелиорации солонцов. Были составлены новые рекомендации с учетом экономических условий современного переходного периода к рыночным отношениям, экологических аспектов мелиорации, степени податливости почв к мелиорациям, а также разных форм собственности на землю. (Балюк, Новикова, Гаврилович, 2001).

В них выделено пять агромелиоративных групп (категорий), в зависимости от степени солонцеватости, комплексности почвенного покрова, гидрологического режима, податливости к мелиорациям и сельскохозяйственного использования земель. Подразделение на группы велось с учетом факторов, ограничивающих произрастание сельскохозяйственных культур и, соответственно, способов их преодоления. К первой группе отнесены черноземы и темно-каштановые остаточные солонцеватые почвы. На современном этапе такие почвы не нуждаются в проведении мелиорации, а лишь в проведении зональной технологии с целью повышения их плодородия, которая включает внесение физиологически кислых минеральных удобрений, использование в севооборотах многолетних трав, влагонакопительные мероприятия и, если возможно, орошение.

Ко второй группе отнесены лугово-степные и степные солонцовые комплексы Херсонского и Крымского Присивашья (лугово-каштановые и темно-каштановые солонцеватые почвы, солонцы лугово-степные и степные). Эти почвы хорошо податливы для глубокой мелиоративной плантажной вспашки на глубину до 60 см (иногда и глубже, в зависимости от глубины залегания карбонатов), но следует строго соблюдать рекомендации по ее проведению (учет глубины грунтовых вод, залегания карбонатов и токсичных солей). Лугово-степные комплексы с глубоким залеганием карбонатов необходимо мелиорировать внесением гипса или

промышленных отходов с условием отсутствия в них токсикантов. Эти почвы можно использовать не только в полевых, но и в кормовых севооборотах, а при орошении – в рисово-люцерновых севооборотах. В случае высокой концентрации пятен солонцов – более 30% – земли следует перевести в кормовые севообороты и применить фитомелиорацию.

Третья группа объединяет черноземы и солонцеватые почвы на третичных соленосных глинах (Керченский полуостров, частично Донбасс). Исключительно тяжелый гранулометрический состав, повышенная засоленность делает эти почвы малоотзывчивыми к мелиорации. Гипсование на таких почвах следует повторять через 5–6 лет из-за повторного осолонцевания растворами солей из близко залегающих соленосных глин. В связи со значительной глубиной залегания гипса в почве и почти полным отсутствием карбонатов, приходится увеличивать глубину мелиоративной плантажной вспашки до 70 см. Нередко на таких почвах площадь пятен солонцов превышает 30%. В этом случае их следует отвести под кормовые севообороты.

К четвертой группе отнесены лугово-черноземные глубоко-солонцеватые, каштаново-луговые солонцеватые почвы и солонцы солончаковые. Они плохо поддаются мелиорации из-за близкого залегания к поверхности грунтовых вод, а в лесостепи – еще и содового химизма солей. Их следует отнести к группе ограниченно пригодных для сельскохозяйственного использования. При условии залегания грунтовых вод ниже 2–2,5 м на них можно применять гипсование. При более высоком положении грунтовых вод и высокой концентрации пятен солонцов целесообразно вывести их из полевых севооборотов и перевести в сенокосные и пастбищные угодья. При обработке таких земель рекомендуется безотвальное рыхление. Основным приемом их мелиорации является фитомелиорация (Чапко, Нагорный, 1987).

Наконец, к пятой группе отнесены лугово-черноземные и луговые поверхностно-солонцеватые, содово-солончаковатые и лугово-болотные почвы, которые практически не поддаются мелиорации. Плодородие их возможно повысить при условии проведения дорогостоящих технологий-дренажа. По экономическим и

экологическим соображениям их выгоднее вывести из пахотнопригодных и перевести в малопродуктивные пастбища.

По экономическим причинам мелиорацию следует осуществлять на почвах, хорошо поддающихся мелиорации, поскольку затраты на повышение их плодородия окупятся быстрее и не требуют дорогостоящих гидротехнических приемов (дренаж, промывки). При орошении экономически целесообразно мелиорировать поливную воду с целью предупреждения осолонцевания почв. Экономии мелиорантов можно достичь не сплошным, а контурным гипсованием пятен солонцов, если их количество не превышает 30%, а размеры пятен допускают применение механизированной техники. Необходимо при этом уточнить оптимальные дозы внесения, поскольку, возможно, произошло усиление солонцеватости в связи с приостановкой планомерного гипсования. В условиях земельной реформы приемы мелиорации должны соответствовать разным формам организации труда (индивидуальные, семейные, коллективные) и уровню интенсификации агропромышленного комплекса.

Следует учитывать, что любой прием химической и другой мелиорации является лишь стержнем в повышении плодородия почв и должен быть дополнен мероприятиями, способствующими улучшению условий развития растений. Поэтому необходимо применять агротехнические мероприятия (рыхление почв, отвальное и безотвальное), внесение органических и минеральных удобрений, посев многолетних трав, соответствующие севообороты, фитомелиорация и т.д. Возможны и другие приемы мелиорации с учетом мирового опыта, освещенного в данной работе.

Заключение

Анализ вышеприведенного материала позволяет прийти к следующему общему заключению.

Проблема повышения плодородия засоленных почв, в том числе солонцовых, является весьма актуальной во всем мире. Практика показывает, что мелиорация является важным средством получения дополнительных продуктов питания для населения земного шара. Поэтому предложенная нами информация о применя-

емых способах окультуривания этих почв в разных странах мира весьма полезна как с научной, так и с практической точек зрения.

Нам представлялось целесообразным осветить природные условия развития этих почв в странах разных континентов мира, специфику их почвообразования и тут же привести результаты опытов по мелиорации местных специалистов, показав их конкретный вклад в разработку проблемы мелиорации. На основе анализа этих данных было важно оценить предложенные способы мелиорации с точки зрения их экологической безопасности

Однако экологическая безопасность приемов мелиорации должна учитывать не только собственно приемы повышения плодородия почв, но и закономерности образования засоленных почв в каждом регионе.

Исследованиями в разных странах установлено, что большое разнообразие этих почв связано прежде всего с многочисленными источниками появления солей на земном шаре. Основными из них являются морские соли, соли, появившиеся при выветривании кристаллических и осадочных пород, соли недрового происхождения в виде соляных куполов и штреков, соли подземных и грунтовых вод, соли биологического происхождения (образовавшиеся в растениях). При выветривании соли переходят в растворимое состояние в соответствии с их степенью растворимости, которая возрастает в ряду от силикатов, карбонатов, сульфатов к хлоридам и боратам.

Большое значение в перераспределении солей в почвах играют рельеф, геоморфология, гидрогеологические условия, сопряженность геохимических ландшафтов (горизонтальное передвижение солей), степень грунтового увлажнения в сезонном и многолетних циклах динамики солей, эоловый перенос солей. Исключительную роль играет климат, отражающийся появлением биоклиматических поясов. В аридных условиях усиливаются аккумулятивные процессы, с образованием солончаков и солончаковых почв, в семигумидных и семиаридных условиях проявляются процессы выщелачивания в холодные периоды года, а среди засоленных почв большое место занимают солонцы. Кроме того, различие климата и растительности сказывается на

химизме коры выветривания и почв, благодаря чему в тропиках в береговой зоне могут образовываться своеобразные засоленные почвы с кислой реакцией, содержащие окислы железа и алюминия, в то время, как в суббореальном климате появляются нейтральные и щелочные солонцовые почвы, а в бореальном климате в мерзлотно-таежных областях образуются солонцовые и осолоделые почвы. Сочетание всех приведенных выше условий образования засоленных почв объясняет исключительно большое их разнообразие и вызывает необходимость дифференцированного подхода к выбору способов мелиорации, а также к проведению их экологической оценки.

Главными путями мелиорации для солонцовых почв является химическая или агробиологическая, а для собственно засоленных почв (солончаков, солончаковатых) – рассолительная, а точнее опреснительная мелиорация.

Учитывая, что мелиорация солонцовых почв является наиболее сложной задачей, основное внимание в этой работе было уделено именно этой проблеме. В то же время нами рассмотрены вопросы, связанные и с последствиями оросительной мелиорации, которая является наиболее древней в мире, и ее воздействие на почвы аридной зоны освещены с достаточной полнотой. Некоторым новым аспектом является перенесение ирригации на север, в зону суббореального климата. Большие масштабы ирригации в странах СНГ позволили выявить специфику экологического воздействия ее на почвы умеренного климата. Именно эта сторона оросительной мелиорации и была освещена в данной работе.

В решении проблемы мелиорации солонцовых почв мира большой вклад внесли страны СНГ, Западной Европы (особенно Венгрия), Канада, США, Индия и другие.

В основу концепции мелиорации солонцов в мире была положена теория Гедройца, которую разделяют почвоведы многих стран. Исключительность роли иона натрия в солонцеобразовании была подтверждена в ряде специальных модельных и других опытов. Однако в отдельных случаях теория Гедройца не подтверждается. Например, в США, в странах Африки развиваются почвы с большим содержанием поглощенного натрия, в которых отсутствует характерное для солонцов разде-

ление профиля на генетические горизонты, а плодородие почв остается высоким. Предложены и другие теории образования солонцов, но и они обосновывают необходимость снижения дисперсности, щелочности и улучшения водно-физических свойств почв.

Результаты исследований показывают, что основным направлением мелиорации содовых солонцов Лесостепи является их химическая мелиорация, а солонцов сухостепной и полупустынной зон – глубокая мелиоративная вспашка (агробиологический метод по И.Н. Антипову-Каратаеву и К.П. Паку). Внимание исследователей было направлено на необходимость ускорения процесса рассолонцевания почв путем сочетания мелиорантов, использования отходов промышленности, совершенствования технологии внесения гипса и мелиоративных обработок. Изучались сочетания гипса с известью, гипса с сернокислым железом, гипса с разбавленными кислотами и внесением в почву органических остатков. В этом случае достигалось повышение активности иона кальция, усиливалась коагуляция коллоидов почвы, снижалась щелочность.

Некоторые авторы предлагают использовать разбавленные серную и азотную кислоты и даже концентрированную серную кислоту. К сожалению, внимание авторов было сосредоточено лишь на положительной стороне воздействия предлагаемых приемов, без соответствующего контроля негативных последствий. Например, выпадает из поля зрения вопрос о воздействии кислот на микрофлору почвы и органическую ее часть. В редких работах отмечается, что кислотование подавляет биологическую активность в почвах. Мало уделяется внимания возможности загрязнения почв токсикантами, тяжелыми металлами, содержащимися в химических мелиорантах. Только фосфогипс изучен довольно полно, и при этом обнаружено его загрязнение фтором и стронцием. Поэтому экологической безопасности состава мелиорантов необходимо уделять серьезное внимание.

В ряде стран разработаны перспективные способы внесения мелиорантов непосредственно в иллювиальный горизонт. В России предложено устройство, с помощью которого гипс подается в иллювиальный горизонт пневматическим способом (Степанец). В Венгрии перспективной является двухслойная мелиорация, ко-

торая позволяет внести один мелиорант в верхний горизонт, а другой – в иллювиальный горизонт (Бочкаи).

Перспективным является внесение гипса вместе с нитратом аммония (Канада). Авторы полагают, что нитрат аммония увеличивает растворимость гипса на 40%, а кроме того, действует как минеральное удобрение.

В Канаде и США для солонцов с очень глубоким залеганием карбонатов и гипса разработан метод мелиоративной обработки солонцов на глубину 60–120 сантиметров.

Ведутся и поиски дешевых мелиоративных приемов, способствующих рассолению и рассолонцеванию засоленных почв. Это орошение почв водой хорошего качества, содержащей карбонаты кальция (Индия, Канада). Исключительное внимание уделяется органическим мелиорантам (лигнин, лигнит и другие), использованию растительных остатков (солома, сорняки). При их разложении выделяемая углекислота ускоряет растворение карбонатов кальция и способствует переводу нормальной соды в двууглекислую, менее токсичную для растений. Из дешевых приемов мелиорации можно назвать землевание пятен солонцов без внесения химических мелиорантов (Орловский), экономически выгодным является контурное внесение гипса на пятна солонцов, а также мелиорация оросительной воды внесением гипса и кислот, что позволяет отказаться от гипсования всего поля.

В каждом регионе авторы дифференцируют способы мелиорации применительно к разным видам солонцов. Выявлено, что на луговых солонцах нельзя проводить гипсование по обычной вспашке, как и применять на них глубокую мелиоративную вспашку, которая вызывает появление вторичного засоления. При дифференцировании способов мелиорации необходимо учитывать не только состав и свойства самих почв, но и условия почвообразования в ландшафте, геохимическую сопряженность элементарных ландшафтов. Лишь при таком ландшафтном подходе возможно оценить податливость почв к мелиорации.

Результаты исследований разных авторов в области мелиорации, а также собственные материалы, позволяют сделать агроэкологическую оценку приемов

мелиорации солонцовых почв – по химической мелиорации (состав мелиорантов, способы их внесения); по агробиологической мелиорации; по дополнительным приемам рассоления и рассолонцевания почв, а также по оросительной мелиорации.

К экологически опасным отнесены фосфогипс, содержащий примеси фтора и стронция, а также концентрированные и разбавленные кислоты. Экологически опасно внесение гипса под обычную вспашку на луговых солонцах, особенно солончаковых, в связи с близким залеганием иллювиального горизонта, что приводит к его разрушению с последующим вторичным засолением на самой поверхности почвы. Опасно проведение глубокой мелиоративной обработки (агробиологический метод) на луговых солонцах, а также обычной вспашки на глубину 25 см без внесения гипса на корковых и средних целинных солонцах. В последнем случае на дневную поверхность выносятся масса иллювиального горизонта, резко снижающая плодородие почвы.

Отрицательные экологические последствия вызывает оросительная мелиорация засоленных и других почв при нарушении запланированного оптимального водного баланса (переполивы). Появляется вторичное засоление. Опасно использовать минерализованные воды для орошения, вызывающие вторичное осолонцевание. Опасно многолетнее использование почв под посевы затопляемого риса на низких приморских территориях с засоленными почвами без введения специальных рисово-кормовых севооборотов. Это вызывает сильную деградацию почв. Экологически опасна оросительная мелиорация без предварительного внесения кальциевых солей. Она способствует содопроявлению не только в засоленных почвах, но и в черноземах. Кроме того, происходит повышенный вынос из почв подвижных питательных веществ и органики.

Оценка состава мелиорантов, способов внесения их, агротехнического воздействия под углом зрения экологической безопасности позволяет прогнозировать последствия от мелиорации при составлении проектов освоения новых земель, уточнении рекомендаций а также при разработке экологического нормирования в мелиорации засоленных почв.

В заключительной части работы рассмотрены перспективы дальнейшего развития мелиорации в странах СНГ. Приведенные материалы показывают, что до 1990 года мелиорация была на высоком уровне, что отразилось не только в интенсивности исследований засоленных почв, их генезиса и разработке приемов мелиорации, но и в больших площадях внедрения гипсования и мелиоративной обработки солонцов. После распада Советского Союза с образованием ряда независимых государств наступил период перехода к рыночным отношениям. Низко упавшая экономика этого периода не позволяет развивать мелиорацию в прежнем темпе. Учитывая реальные возможности переходного периода развития экономики, приведен пример Украины в разрешении проблемы мелиорации в современный период.