

## Агроэкологическая оценка агроландшафтов по продуктивности яровой пшеницы в зависимости от агромелиоративных свойств комплексных солонцовых почв в условиях Приуралья\*

*Н.Н. Дубачинская, д.с.-х.н., профессор, Нат.Н. Дубачинская, н.с., ФГБОУ ВО Оренбургский ГАУ; А.С. Верещагина, к.с.-х.н., ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН*

В Российской Федерации в связи с экономической аграрной политикой, приватизацией земель сельскохозяйственного назначения идёт процесс активного их перераспределения между землепользователями. В настоящее время актуальность приобретает комплексный подход в экологизации сельскохозяйственного природопользования, направленный на разработку адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий на основе агроэкологической оценки земель. По определению В.И. Кирюшина, «это система использования земли определённой экологической группы, ориентированная на производство продукции экологически и эконо-

мически обусловленного количества и качества в соответствии с общественными (рыночными) потребностями, природными и производственными ресурсами, обеспечивающая устойчивость агроландшафта и воспроизводство плодородия почвы» [1]. Во вновь созданных хозяйствах требуются новые подходы к использованию земель сельскохозяйственного назначения с учётом экологизации агроландшафтов.

Сельскохозяйственное природопользование степной зоны Приуралья имеет свои особенности. Так, по данным Росреестра, в Оренбургской области насчитывается 12370,2 тыс. га земель, в том числе сельскохозяйственные угодья занимают 10926,2 тыс. га, или 88,3% от общей площади [2]. Комплексные солонцеватые и солонцовые почвы составляют в Оренбургской области около 2 млн га. Вывести из пашни эти земли практически невозможно, так как

\* Исследование выполнено при поддержке РФФИ, проект №19-016-00101

солонцы и солонцеватые почвы (с долей их участия до 25%, от 25 до 50%) располагаются в комплексе с зональными почвами (эрозионными в разной степени), что обуславливает дифференцированный подход к их использованию. Учитывая большое разнообразие этих почв по агромелиоративным свойствам, возникает необходимость их освоения в соответствии с разработанной агромелиоративной группировкой солонцовых почв и их агроэкологической оценкой.

Мелиорации и рациональному использованию комплексов солонцовых почв посвящены работы многих учёных России и Казахстана. В основу агробиологического метода мелиорации солонцов, разработанного И.Н. Антиповым-Каратаевым, положено травосеяние [3]. При изучении приёмов освоения солонцов Казахской провинции также в основном применялось залужение многолетними травами [4]. В дальнейшем В.И. Кирюшиным установлено [5], что роль многолетних трав на первом этапе мелиорации солонцов явно преувеличена как в научных концепциях, так и в практике освоения солонцов. Это положение нашло поддержку в работах А.Ф. Большакова [6], М.Д. Константинова [7], Н.Н. Дубачинской [8] и других авторов. Полученные результаты исследований показали, что на фоне мелиоративных приёмов перспективными оказались культуры с укороченным периодом вегетации. Хотя, по мнению И.Я. Половицкого [9], возделывание пшеницы на распаханых солонцах экономически неэффективно. Многолетние исследования И.Т. Трофимова [10] свидетельствуют о том, что в начальный период химической мелиорации солонцов (внесение гипса) в пашне до введения поля в общий севооборот необходимо на таких массивах высевать донник под покров проса или другой зерновой массы, а затем пшеницы.

Большое разнообразие солонцовых почв, их мелиоративное освоение требует дифференцированного подхода как в определении приёмов мелиорации, так и их использовании. Наряду с группами солонцовых земель, нуждающихся в сложной мелиорации, весьма высока доля таких, которые дают достаточно высокий эффект при использовании различных агротехнических мероприятий, подборке культур с учётом солонцеватости и засоленности почв, применении различных приёмов обработки почвы, выбора рациональных севооборотов и дифференциации агротехнологий. К числу таких почв в условиях Приуралья можно вполне отнести чернозёмы южные солонцеватые и солонцы глубокие, не подверженные при обработке почвы выносам иллювиального горизонта на поверхность. В условиях степного Приуралья многие вопросы оптимизации севооборотов на различных комплексных солонцовых и солонцеватых почвах, подверженных в различной степени эрозионным процессам, засолению, особенно при

возделывании на них зерновых культур, не получили достаточного научного обоснования и конкретной разработки.

Солонцы и солонцеватые почвы весьма разнообразны по агромелиоративным свойствам, и на практике невозможно применять индивидуальные приёмы мелиорации для каждого отдельного вида солонцов. Поэтому их принято объединять в группы, включая в них почвы с близкими мелиоративными показателями и требованиями в отношении мелиорации и использования. Особое внимание исследователей привлекает эффективное использование таких почв, что связано с большим разнообразием их геоморфологических и агромелиоративных свойств, требующим индивидуального подхода в применении агротехнологий. В результате исследований с учётом концепции В.И. Кирюшина [11] и с участием авторов в Оренбургской области разработана агромелиоративная группировка солонцовых почв степной зоны, включающая 14 мелиоративных групп, и определены методологические научно обоснованные подходы в разработке адаптивно-ландшафтных систем земледелия [8].

В дальнейшем учёными В.И. Кирюшиным и В.М. Кононовым, Н.Н. Дубачинской [1] была разработана агроэкологическая группировка почв для степной зоны Оренбургской области, включающая плакорные, эрозионные, солонцовые и другие земли сельскохозяйственного назначения.

Эффективность возделываемых культур на солонцовых и эрозионных землях зависит от многих факторов. При размещении сельскохозяйственных культур на этих землях необходимо знать их агромелиоративные свойства и биологические свойства растений. Кроме того, важно выработать методологические подходы в оценке земель и их эффективного использования для определённой мелиоративной группы.

В Оренбургской области посевная площадь в 2017 г. занимала 4236,6 тыс. га, из них под зерновые и зернобобовые культуры – 2689,4 тыс. га, в том числе под яровые зерновые и зернобобовые – 2133,5 тыс. га, из них под яровую пшеницу – 62,2%. В структуре посевных площадей области в этом же году кормовые культуры составляли 13,4%, подсолнечник – 20,3%, чистые пары – 19,5% [2].

**Материал и методы исследования.** В процессе исследования была поставлена задача определить эффективность возделывания зерновых в четырёхпольном зернопаровом севообороте (пар – 1–3 яровая пшеница) в адаптивно-ландшафтных системах земледелия, расположенных на солонцовых и эрозионных агроландшафтах с различными агромелиоративными свойствами почв и рельефа. Кроме того, в задачи исследования входило определение критериев их продуктивности в зависимости от агромелиоративных свойств почв и погодных условий с применением корреляционно-регрессионного анализа урожайности яровой пшеницы.

В основу разработки были взяты данные проведённых ранее исследований в Оренбургском НИИСХ [12]. Стационар был заложен на участке, представленном сочетанием чернозёма южного, чернозёма солонцеватого среднесильного слабосмытого (склон до 1 и 3°), в комплексе с чернозёмом южным солонцеватым маломощным среднесильным (склон до 5°) и солонцом степным глубоким среднесильным (склон до 5°). По мощности гумусового профиля и содержания гумуса почвы участка являются типичными для подтипов чернозёмов южных. Важнейшей особенностью солонцов и солонцеватых почв, отличающей их от чернозёмов южных, являются их неблагоприятные физические свойства. Солонцовые почвы характеризуются более высокой плотностью сложения в верхней части профиля (1,25–1,41 и 1,20–1,30 г/см<sup>3</sup>), по сравнению с чернозёмом южным солонцеватым, меньшей водопроницаемостью и полевой влагоёмкостью (33,5–25,3 и 33,5–20,9%), большей влажностью устойчивого завядания растений (16,6–19,6 и 16,7 и 26,7%).

Для солонцеватых маломощных почв и солонцов характерен укороченный гумусовый профиль и более низкое содержание гумуса (1,9–3,1%) по сравнению с чернозёмом южным среднесильным (4,1–3,9–2,9%). Солонцеватый чернозём среднесильный характеризуется слабым засолением в горизонте В<sub>2</sub>, ВС, чернозём солонцеватый в комплексе с солонцами глубокими – средним засолением (сумма солей 0,730–0,812%) с горизонта С. Содержание обменного натрия в чернозёмах солонцеватых колеблется в пределах 3,6–6,9% в горизонтах В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, что характерно для солонцеватых почв. В солонцах глубоких содержание обменного натрия достигает 26,6–28,6% от ёмкости обмена, что можно отнести к разряду средненатриевых,

а по степени засоления токсичными солями – средnezасолёнными. Количество карбонатов в этих почвах в горизонте В<sub>2</sub> составляет 3,6–5,5%. Почвы стационара характеризуются высокой обеспеченностью обменным калием (24,8–29,7 мг/100 г почвы), средней – подвижным фосфором (1,5–2,3 мг/100 г почвы).

На опытном стационаре после детального обследования, проведённого совместно с А.М. Прутковым, исходя из агрономических свойств почв и степени эродированности, включая местообитание, были выделены пять агрономических групп земель:

1. Чернозём южный плакорный среднесильный, склон до 1°.
2. Чернозём южный солонцеватый среднесильный слабозасолённый, склон до 1°.
3. Чернозём южный солонцеватый среднесильный слабосмытый слабозасолённый, склон до 3°.
4. Чернозём южный солонцеватый маломощный среднесильный средnezасолённый, склон до 5°.
5. Солонец глубокий высококарбонатный солончаковатый средnezасолённый, склон до 5°.

В процессе работы применялись следующие методы исследований: определение водно-физических свойств почв [13], математическая обработка данных [14], химико-аналитические исследования [15], учёт урожайности методом парцелл [5], корреляционный и регрессионный анализ (Statistic version 10).

Учёт урожая зерна проводили комбайном «Сампо», на комплексных почвах – парцеллами размером 20 м<sup>2</sup>. Площадь делянки – 7 × 40 м = 280 м<sup>2</sup>. Норма высева пшеницы яровой была равна 4,0 млн шт. всхожих семян на 1 га.

В опытах предусматривалась агротехника, принятая для солонцовых почв степной зоны.

#### 1. Климатические условия в годы исследований (по данным Оренбургской метеостанции)

Вариант	Количество осадков				Сумма температур выше 10°C (V–VIII)	ГТК (V–VIII)
	за год		за вегетационный период (V–VIII)			
	мм	% к многолетним данным	мм	% к многолетним данным		
Метеоданные (по норме)	367	100	131	100	2627	0,50
Первая ротация севооборота						
Пар	421	114,7	164	125,2	2257	0,70
После пара: 1-я культура	378	103,1	205	156,5	2099	0,97
2-я культура	280	76,3	67	51,1	2604	0,26
3-я культура	217	59,1	71	54,2	2541	0,28
Вторая ротация севооборота						
Пар	242	65,9	55	42,1	2684	0,20
После пара: 1-я культура	388	105,7	124	94,7	2401	0,52
2-я культура	464	126,4	264	20,5	2283	1,16
3-я культура	357	97,3	44	33,6	2365	0,19
Третья ротация севооборота						
Пар	357	97,3	44	33,6	2365	0,19
После пара: 1-я культура	334	91,0	86	65,6	2171	0,4
2-я культура	387	105,0	229	174	2266	1,0
3-я культура	492	134,0	185	140,1	2432	0,76

В зернопаровом севообороте под пар осенью проводили рыхление на глубину 27–30 см стойками СибИМЭ, под вторую и третью культуры применяли плоскорезную обработку агрегатом КПП-250 на глубину 20–22 и 25–27 см. Весной по всем вариантам проводилось закрытие влаги (борона БИГ-3). В паровом поле проводили 4-кратную культивацию. Семена высевали рядовым способом сеялкой СЗС-2,1 в оптимальные для зоны сроки (10.05–18.05). В севооборотах применяли краевые обработки от вредителей, протравливание семян яровой пшеницы сорт «Варяг» – от болезней. Применяемые технологии возделывания яровой пшеницы по уровню интенсификации вполне можно принять как экстенсивные.

**Результаты исследования.** Погодные условия в период исследования существенно различались (табл. 1).

Годы первой ротации зернопарового севооборота в период парования и возделывания первой культуры после пара характеризовались как благоприятные, количество осадков выпадало выше нормы (421 и 378 мм), в том числе за вегетационный период – 164 и 206 мм. Гидротермический коэффициент составлял в эти годы соответственно 0,7 и 0,97 против 0,50 по многолетним данным. В последующие два года их годовое количество составляло 76,3 и 59,1%, а за вегетационный период – 67 и 71% от нормы. К тому же сумма температур в этот период была близка к норме, однако ГТК был очень низким – 0,26–0,28 (табл. 2).

Годы второй ротации в период парования и третьей культурой после пара в период вегетации были крайне засушливыми, количество осадков было меньше нормы (42,1 и 33,6%). Под первой

и второй культурой этот период был более благоприятным (94,7 и 208,8% осадков от нормы), что сказалось на росте и развитии растений по всем вариантам опыта и урожайности яровой пшеницы.

Годы третьей ротации зернопарового севооборота были благоприятными по выпавшим осадкам и сумме температур свыше 10°C, кроме парового поля, где их количество за вегетационный период составляло 33,6% от нормы, ГТК – 0,19. Из 12 лет исследования гидротермический коэффициент (ГТК) был ниже многолетней нормы в общей сложности 5 лет, в эти годы фактически сложились засушливые условия для произрастания яровой пшеницы. Метеорологические условия в годы исследования сказались на запасах продуктивной влаги, а также урожайности яровой пшеницы, которая варьировала по годам по первым трём вариантам от 7,8 до 23,8 ц с 1 га.

На солонцах глубоких и чернозёмах солонцеватых среднесолённых на продуктивный запас влаги повлияла высокая влажность устойчивого завядания растений из-за большой степени сульфатно-хлоридного засоления, что подтверждается результатами корреляционно-регрессионного анализа. По 45 данным регрессионного анализа получено следующее уравнение:

$$Y = 32,8 - 0,02x_1 + 0,02x_2 - 0,01x_3 - 0,05x_4 + 0,07x_5,$$

что подтверждает зависимость продуктивности яровой пшеницы от исследуемых факторов ( $x_1$  – количество осадков за год,  $x_2$  – осадков за вегетационный период,  $x_3$  – сумма  $t > 10^\circ\text{C}$ ,  $x_4$  – влажность завядания растений,  $x_5$  – весенний запас влаги).

Значение  $F_{\text{теор.}} 11,47 > F_{\text{практ.}} 7,4$  свидетельствует о достоверности полученных данных.

2. Агроэкологическая оценка солонцевой группы земель по продуктивности зернопарового севооборота в зависимости от агрометрических свойств почв, в среднем за три ротации севооборота: 1 – пар, 2–4 – яровая пшеница

Агрометрические группы почв	Урожайность зерна яровой пшеницы, ц/га			*Индекс оценки агрометрических групп земель по продуктивности яровой пшеницы, относительно 1-й группы	
	фактическая	* до 25% солонцов глубоких	* до 50% солонцов глубоких	% (15,4×100 : 15,9) = 97	K1 = 15,9 = 100%
Чернозём южный плакорный (склон до 1°)	15,9	14,3	12,7	100	1
Чернозём южный солонцеватый слабозасолённый плакорный (склон до 1°)	15,4	13,9	12,5	97	0,97
Чернозём южный солонцеватый слабозасолённый умеренно эрозийный (склон до 3°)	15,3	13,8	12,4	91	0,91
Чернозём южный солонцеватый среднесолённый среднеэрозийный (склон до 5°)	10,5	10,3	10,0	66	0,66
Солонец глубокий среденатриевый среднесолённый среднеэрозийный (склон до 5°)	9,6	9,6	9,6	60	0,60
НСР <sub>05</sub>	0,6	0,6	0,7	–	–

Примечание: \* данные урожайности до 25 и до 50% в комплексе с чернозёмом южным, индекс оценки агрометрических групп земель – расчётные.

$R$ -квадрат = 0,60 можно отнести к вышесредней корреляционной значимости. Нормированный  $R$ -квадрат = 0,54 говорит о том, что 54% случаев приходится на исследуемые факторы, влияющие на получение урожайности зерна яровой пшеницы, а 46% – на другие, не исследуемые факторы (показатели свойств почв, культура, сорт, технология возделывания, фитосанитарное состояние, организационные и другие).

**Вывод.** Возделывание яровой пшеницы на солонцеватых почвах средnezасолённых и солонцах глубоких средненатриевых со средним засолением снижает её продуктивность в зависимости от сложившихся погодных условий (осадки вегетационного периода и осадки за год, суммы температур свыше 10°C, весенний запас продуктивной влаги, влажность устойчивого завядания растений при среднем сульфатно-хлоридном засолении) в 1,5–1,7 раза в сравнении с чернозёмом южным. Теоретические расчёты показали, что содержание солонцов глубоких 5-й группы в комплексе от 25 и до 50% среди чернозёмов южных и солонцеватых слабозасолённых снижает урожайность яровой пшеницы от 1,5 до 3,2 ц с 1 га. Индекс оценки агромелиоративных групп земель по продуктивности яровой пшеницы относительно 1-й группы рекомендуется использовать для оценки земель и планирования размещения культур в севообороте.

## Литература

1. Кирюшин В.И. Агроэкологическая оценка земель, проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий. Методическое руководство / В.И. Кирюшин, М.В. Буланова, И.В. Слива [и др.] / Общ. ред. В.И. Кирюшин, А.Л. Иванов. М., 2005. 730 с.
2. Статистический ежегодник Оренбургской области. 2018: стат. сб. / Оренбургстат. Оренбург, 2018. 530 с.
3. Антипов-Каратаев И.Н. Вопросы мелиорации солонцов в СССР // Мелиорация солонцов в СССР. М., 1958. С. 6–13.
4. Пак К.П., Новикова А.Ф., Кудашев Г.Н. Рекомендации по мелиорации солонцов Кустанайской области. Кустанай, 1970. С. 12–15.
5. Кирюшин В.И. Солонцы и их мелиорация. Алма-Ата: Кайнар, 1976. 174 с.
6. Большаков А.Ф. Изменение солончаковых солонцов в результате 25-летнего их освоения // Совершенствование приёмов и методов мелиорации солонцовых почв. М, 1976. С. 51–52.
7. Константинов М.Д. Пути освоения солонцовых почв в Оренбургской области // Мелиорация солонцов: матер. Всесоюз. науч.-технич. совещ. М., 1968. Ч. 2. С. 66–70.
8. Дубачинская Н.Н. Адаптивно-ландшафтные системы земледелия на солонцовых землях Южного Урала. Оренбург, 2000. 332 с.
9. Половицкий И.Я. Рациональное использование солонцовых земель, вовлечённых в с-х оборот по северным областям Казахстана // Мелиорация солонцов. М., 1968. С. 70.
10. Трофимов И.Т. Рекомендации по мелиорации солонцов Алтайского края. Барнаул, 1977. 28 с.
11. Кирюшин В.И. Концепция адаптивно-ландшафтного земледелия. Пушино, 1993. 63 с.
12. Дубачинская Н.Н., Верещагина А.С. Продуктивность агроценозов в севооборотах на различных агроэкологических группах земель // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2007. № 3 (15). С. 80–85.
13. Качинский Н.А. Механический и микроагрегатный состав почвы, методы его изучения. М.: Высшая школа, 1965. 192 с.
14. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 4-е изд., перераб. и доп. М., 1979. 415 с.
15. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. М., 1970. 380 с.