

**ВОДНО-СОЛЕВОЙ РЕЖИМ МЕЛИОРИРУЕМЫХ ПОЧВ
ШИРВАНСКОЙ СТЕПИ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР**

*М. Г. Мустафаев, Ф. М. Мустафаев, Н. М. Гусейнова,
Х. Г. Сулейманова, А. Р. Ахмедова*

Институт Почвоведения и Агрохимии НАН Азербайджана, Az1073, М.Рагим 5,
meliorasiya58@mail.ru

Аннотация

В статье дана подробная информация об исследованиях проведенных на мелиорируемых почвах Ширванской степи. Установлено, что почвы Ширванской степи подвержены разной степени засолению и солонцеватости, а по гранулометрическому составу относятся к тяжело суглинистым и глинистым почвам. По способности водопроницаемости относятся к слабоводопроницаемым почвам. По количеству солей они относятся к слабо и средnezасоленным почвам, а питательными веществами слабо обеспечены. С целью улучшения этих почв было предложено проведение систем агромелиоративных и агрохимических мероприятий.

Ключевые слова: количество солей, засоленные почвы, водно-солевые элементы, гумус, pH.

**WATER SALINE REGIME OF RECLAIMED SOILS OF THE SHIRVAN
STEPPE AND THEIR INFLUENCE ON THE PRODUCTIVITY OF
AGRICULTURAL CROPS**

*M. G. Mustafayev, F. M. Mustafayev, N. M. Guseynova,
H. G. Suleymanova, A. R. Akhmedova*

Abstract

The article provides detailed information about the studies carried out on the reclaimed soils of the Shirvan steppe. It has been established that the soils of the Shirvan steppe are subject to varying degrees of salinity and solonetzicity, and according to their granulometric composition they are classified as heavy loamy and clayey soils. In terms of permeability, they belong to poorly permeable soils. In terms of the amount of salts, they belong to poorly and moderately saline soils, and are poorly supplied with nutrients. In order to improve these soils, it was proposed to carry out systems of agromeliorative and agrochemical measures.

Key words: amount of salts, saline soils, water saline elements, humus, pH.

Введение. За последнее время издание ряда законов по защите почв, повышению их плодородия, а также принятие законов «О реформе почв» (1996), «Государственный почвенный кадастр, мониторинг почвы и о землеустройстве» (1999), «Государственная Программа о надежном обеспечении населения Азербайджанской Республики продуктами питания в 2008–2015 гг.» (2008) требует урегулирования показателей плодородия и устранения происходящих экологических изменений.

Ширванская степь считается одним из древних регионов по земледелию. В результате естественных и антропогенных влияний на этих почвах произошли некоторые экологические изменения. Проведенные за последние годы исследования показывают, что почвы Ширванской степи подвержены различной степени засолению и солонцеванию, в результате чего на этих участках урожайность растений резко снизилась. Причиной тому послужило не правильное использование почв, не эффективная работа существующих коллекторно-дренажных и оросительных систем, близкое расположение уровня грунтовых вод к поверхности земли и др. С этой точки зрения изучение водно-солевого режима путем сбалансированных наблюдений, режим прогнозирования определения их влияния на урожайность сельскохозяйственных культур и разработка комплексных агромероприятий с целью повышения плодородия почв Ширванской степи актуален и имеет научно-практическое значение.

Объект исследований и методика. Объектом исследований были выбраны почвы Уджарского Опытного Пункта Ширванской степи. Почвенные образцы были взяты по общепринятой методике и пробы воды с характерных мест. Химические анализы были выполнены широко используемыми в настоящее время методами [1].

Элементы водно-солевого баланс был определен по формуле, предложенного С. Ф.Аверьяновым [2]. Результаты анализов показывают, что на исследуемой территории почвы незасоленные, слабо, средне и сильной степени засоленные и солонцеватые. Почвы по гранулометрическому составу различные, глинистые, тяжело суглинистые и суглинистые.

Анализ и обсуждения. Ширванская степь в Кура-Аразской низменности охватывает самую большую территорию и занимает площадь в 859,7 тыс. га. Он расположен на левом берегу реки Кура, простираясь от Мингечаурского водораздела на западе до предгорий Лангемиз Большого и Малого Хареми на востоке. На большей части степи положительная абсолютная высота (от 0–до 150–200 м.). Ближе к Каспийскому морю в малой части территории высоты снижаются, начиная с 0 до – 25,6–25,8 м. Общий уклон степи южный и юго-восточный. Конусы выноса и межконусные депрессии отчетливо видны, начиная с востока к западу, создавая волнистую форму.

По классификации А. М. Шыхлинского на исследуемой территории наблюдается сухой пустынный тип климата. Этот тип климата отличается легкой влажностью территории и в основном теплой зимой. Лето бывает очень жарким, сухим. В разное время дней температура воздуха поднимается до 36–40⁰. Во-вторых, характерен умеренно жаркий полупустынный и сухой степной климат с засушливой зимой. Этот тип климата наблюдается в восточной и предгорной части Ширванской степи, характеризуется низкой влажностью, умеренным с малым количеством осадков зимою и относительно теплым летом. Среднегодовая температура воздуха территории колеблется в пределах 14–15⁰. Количество осадков в среднем колеблется от 254 до 510 мм. Большая часть осадков выпадает весной и осенью. Снега бывает очень мало. Толщина снежного покрова достигает 20–25 см и остается в течении 10–13 дней [3].

Ширванская степь богата грунтовыми водами, в которых нет давления. Источником питания грунтовых вод является дождевая вода, речная и просачивающаяся из-под почвы, так как, начиная от реки Кура до предгорья, глубина уровня грунтовых вод увеличивается с ростом гипсометрической высоты. В полосе шириной 5–6 км вдоль реки Кура глубина залегания грунтовых вод составляет 1,0 м, а в конусе Гейчай 1,5–2 м. Поток грунтовых вод в Ширванской степи очень слабый, в основном по направлению общего уклона степи [4]. Подъем грунтовых вод на этой территории связан не только питанием с реки, еще и орошением. В Ширванской степи минерализация грунтовых вод различна, колеблется от 0,4 г/л до 30–50 г/л, а местами даже до 100 г/л. По химическому составу грунтовые воды Ширванской степи гидрокарбонатные, сульфатные и хлоридные. Гидрокарбонатные воды распространены в степных предгорьях, в конусах выноса, вдоль реки Кура и крупных каналов, их минерализация до 10 г/л. Сульфатные воды распространены в после предгорной части степи, их минерализация несколько выше, 10–20 г/л, а в некоторых местах повышается до 20–40 г/л. Минерализация хлоридных вод в восточной части степи и близко к Каспийскому морю составляет 20–50 г/л, а в некоторых местах 100 г/л и выше [5].

Почвенный покров на предгорье Ширванской степи светло-каштановый и серо-бурый, а на конусе выноса рек светло-луговой. На берегу реки Кура распространены аллювиально-луговые и Тугайские лесные типы почв, на востоке степи и вокруг конуса выноса серые, серо-луговые, солонцеватые и засоленные почвы. Серые, серо-бурые, бурые и светло-каштановые почвы развиты на пролювиально-делювиальных и делювиальных отложениях [6].

По словам В. Р. Волобуева [7], почвы слоя А имеют светлую структуру, состоящую из плоских пластов, слой В₁ бурого цвета, с призматической структурой, слой В₂ –аллювиально-карбонатный, слой S из меньше изменчивых пород. Количество гумуса на верхнем пласте достигает до 2%, к нижним слоям уменьшается. Карбонаты составляют 1–3%, на глубине 40–50 см 10–20% и более. Засоление почвы широко распространены на восточной и юго-восточной части степи, а также вокруг Гаджигабул-Муганской станции. Засоление сульфатно-хлоридных почв распространены на восточной части Ширванской степи, а также на впадинах меж конусного выноса. Количество солей составляет 3% или больше.

М. П. Абдуев [4], учитывая рельеф и генетические свойства, разделяет почвы Восточной Ширванской степи на нижеследующие мелиоративные районы; верхняя часть конусов выноса рек, средний пояс конусов выноса рек; пояс повторного конуса выноса рек, с относительно тяжелым гранулометрическим составом и шлейфовый пояс с засоленной почвой; с тяжелым гранулометрическим составом с четко выраженным мезорельефом и засоленной областью депрессии вокруг Гарасу; засоленные почвы с тяжело гранулометрическим составом, депрессивный район вокруг Гарасу; имеющий выпуклый рельеф, Падарский район с древней террасой Хазара; депрессивный район Падара. Депрессия растительного покрова степи происходит в двух направлениях – с востока к западу и с юга на север [7]. На предгорной пролювиально-делювиальной части степи широко распространены ковыль, зерновые, полынь. В северной части предгорья Ширванской степи, а также в конусах выноса сухих долин и оврагов развиты такие растения, как ковыль, солодка, полынь, злаковые и разные травянистые растения, дикий гранат, держидерево, ежевика, лох, болотные и солончаковые, тамарикс, Тугайские леса и др. группы растений.

За последнее время из-за происходящих экологических изменений в почве показатель плодородия снизился, и в результате урожайность растений уменьшилась на 20 Гаджигабул-Муганской станции 25%. В этой связи с целью улучшения мелиоративного состояния почв требуется проведение комплексных исследований территорий [8, 9]. С целью изучения количества солей, минерализации грунтовых вод, уровня их расположения, изучения минерализации дренажных и оросительных вод были проведены исследования Уджарского Опорного Пункта. В ходе исследований были выбраны характерные участки на основе проведенных исследований, почвенные разрезы были взяты с глубины в 2,0 м и взяты пробы. Также были взяты пробы воды из канала Газян используемые при орошении опытного участка и с разрезов, где наблюдались грунтовые воды [10, 11].

В разное время для изучения изменения количества и типа солей в почвах Ширванской степи проводилось ряд исследований. Почвы этой территории тяжело гранулометрические, со слабой водопроницаемостью и разной степенью засоления.

Таблица 1 – Изменение гранулометрического состава почв опытного участка

Глубина, в %	Количество фракций по диаметру (в мм)						
	1-0,25	0,25- 0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005- 0,001	< 0,001	< 0,01
1	3	4	5	6	7	8	9
Разрез № 2							
0-26	0,70	25,54	23,44	14,22	16,66	19,44	50,32
26-59	0,66	22,22	24,72	14,46	17,70	20,24	52,40
59-117	0,58	17,84	26,14	15,08	19,24	21,12	55,44
117-171	0,68	21,96	23,66	13,20	18,00	22,50	53,70
171-200	0,56	14,82	28,08	12,14	20,16	24,24	56,54
Разрез № 3							
0-25	0,77	15,31	25,48	16,48	18,36	23,60	58,44
25-62	0,64	7,56	28,60	17,20	20,92	25,08	63,20
62-131	0,42	3,16	30,86	14,74	22,08	28,74	65,56
131-174	0,51	3,81	29,32	15,64	23,44	27,28	66,36
174-200	0,70	7,50	27,76	18,12	20,60	25,32	64,04
Разрез № 6							
0-34	0,32	6,89	18,54	15,70	28,90	29,65	74,25
34-72	0,20	11,64	17,76	11,16	23,84	35,40	70,40
72-104	0,20	11,14	18,71	13,20	25,15	31,60	69,95
104-178	0,59	13,19	24,74	18,48	20,82	22,18	61,48
178-200	0,63	13,59	25,52	16,72	20,08	23,46	60,26

Исследования показывают, что причиной такого состояния земель Ширванской степи является не эффективная работа большинства действующих на тер-

ритории коллекторно-дренажных систем и неправильное использование почв [12,13]. Чтобы выявить эти проблемы во время исследования были взяты почвенные образцы с характерных мест Уджарского Опорного Пункта и были выполнены некоторые химические анализы с целью изучения в их составе количества солей.

Результаты анализа показывают, что количество солей в почве на опытном участке меняется и колеблется в пределах 0,221–1,212%. Как видно из таблицы, градации почвы меняются с незасоленных до сильной степени засоленности. При изучении изменений, происходящих в почве, первым делом нужно определить некоторые основные показатели. Поэтому в образцах разреза, взятых с характерных мест опытного участка, используя метод Качинского, были определены гранулометрический состав (таблица 1), рН, CO_2 , CaCO_3 , гигроскопическая влага, гумус, сумма поглощенных оснований и др. (таблица 2). Данные анализов даны в таблицах, указанные ниже. Как видно из таблицы, в почве количество физической глины варьирует в пределах 52,32–74,25%.

В целом на всех разрезах их количество меняется по профилю и, в основном, начинает увеличиваться по направлению к глубине. Гигроскопическая влага в этих почвах составила 4,2–6,4%, CO_2 6,02–8,46%, CaCO_3 – 17,09–19,23%. Сумма поглощенных оснований составила 18,02–35,28 мг. экв. Количество Na в сумме поглощенных оснований 5,03–7,07%.

Учитывая количество гумуса в почве, который составляет 2,54–0,51%, общего азота 0,14–0,04%, можно сказать, что почвы опытного участка слабо обеспечены питательными веществами. Учитывая рН и количество Na в сумме поглощенных оснований, почвы слабо солонцеватые. Многолетние исследования показывают, что причиной повышения количества солей в почве, их повторного засоления и других процессов служит расположение грунтовых вод с высокой минерализацией к близкой поверхности земли.

Как известно, в Ширванской степи уровень грунтовых вод расположен вблизи к поверхности земли (0,5–1,5 м), а их минерализация в несколько раз превышает допустимую норму. Срок эксплуатации действующих на территории коллекторно-дренажных систем давно истек, а работы по их восстановлению (ремонту) и повышению их эффективности практически не ведутся [14]. Поэтому изучение изменения минерализации грунтовых дренажных вод является важным. С этой целью были взяты пробы воды с разрезов почв УОП, где наблюдались грунтовые воды и был определен их химический состав.

Исследования показали, что минерализация грунтовых вод опытного участка в этих разрезах разная, варьируется между 2,688–3,215 г/л. В составе водных проб, взятых с этих участков, химическое соединение CO_3 не наблюдалось. Количество ионов HCO_3 меняется в пределах 0,535–0,635 г/л.

Таблица 2 – Изменение некоторых показателей почв опытного участка

№ раз-реза	Глубина, в см	Поглощенные основания, мг.экв			Сумма поглощенных оснований, мг.экв	Из суммы поглощенных оснований, в %			гумус, %	рН	СО ₂ , %	СаСО ₃ , %	Гидроскопическая влага, в %	Общий азот, в %
		Са	Mg	Na		Са	Mg	Na						
К-2	0-26	14,62	6,38	1,50	22,50	64,88	28,36	6,66	2,03	8,40	7,52	17,09	5,7	0,11
	26-59	12,50	4,12	1,40	18,02	69,37	22,86	7,77	1,18	8,50	7,71	17,52	5,4	0,10
	59-117	17,00	2,37	1,60	20,97	81,07	11,30	7,63	0,93	8,46	8,08	18,37	4,9	0,08
	117-171	17,00	3,75	1,70	22,45	75,72	16,70	7,58	0,82	8,61	8,27	18,80	5,1	0,06
	171-200	11,62	7,50	1,50	20,62	56,35	36,37	7,28	0,38	8,53	7,89	17,94	5,3	0,05
К-3	0-25	15,75	9,13	1,50	26,38	59,70	34,61	5,69	2,54	7,60	6,02	13,68	4,7	0,14
	25-62	15,62	8,51	1,70	25,83	60,47	32,95	6,58	1,46	7,70	6,77	15,38	4,4	0,12
	62-131	15,00	8,50	1,80	25,30	59,29	33,60	7,11	1,19	7,80	7,71	17,52	4,2	0,09
	131-174	14,87	9,38	1,40	25,65	57,97	36,57	5,46	0,81	7,52	8,08	18,37	4,3	0,07
	174-200	18,25	11,63	1,60	31,48	57,98	36,94	5,08	0,51	7,65	7,52	17,09	4,5	0,05
К-6	0-34	21,50	11,38	2,40	35,28	61,00	32,20	6,80	1,36	8,10	8,27	18,80	6,3	0,10
	34-72	27,62	15,75	2,30	45,67	60,48	34,49	5,03	1,09	8,45	8,08	18,37	6,1	0,10
	72-104	20,37	10,26	1,90	32,53	62,62	31,54	5,84	0,87	8,31	8,46	19,23	6,4	0,08
	104-178	18,37	8,76	2,20	29,33	62,63	29,87	7,50	0,65	8,15	8,08	18,37	6,3	0,06
	178-200	19,25	9,63	2,00	30,88	62,34	31,19	6,47	0,34	8,20	8,27	18,80	6,4	0,04

Ионы Cl составили 0,510–0,583 г/л. А количество ионов SO₄ варьируется между 0,765–0,810 г/л. Проведенные исследования показали, что почвы опытного участка 2 года подряд были засеяны солеустойчивыми зерновыми растениями, из-за чего уровень грунтовых вод был ниже, чем в другие годы (2012 году был 3,85–4,05 г/л). Во время исследований с целью изучения количества солей в почве опытного участка были взяты пробы воды и выполнены химические анализы. В воде, взятой с оросительного канала Газян, ионы CO₃ не наблюдались, количество ионов HCO₃ составили 0,195–0,201 г/л, ионы Cl-а 0,089 г/л, ионов SO₄–0,263–0,486 г/л. Как видно из таблицы минерализация оросительной воды варьируется между 0,625–0,735 г/л. Их допустимая норма ниже 1,00 г/л, поэтому можно использовать при орошении растений.

Как известно, одним из основных вопросов, стоящих перед нами, является изучение элементов водного режима, таких как оросительные воды, атмосферные осадки, испарение, вода, поступающая на участок дренажом, количество удаляющихся из участка солей и их прогнозирование. Изначально были определены некоторые показатели: для определения количества воды, поступающей оросительной водой на опытный участок в период исследований, был определен средний его показатель и учтено количество оросительной воды. С учетом количества орошаемой воды в 2500 м³/га, можно вычислить количество солей, поступающих в эти воды [2].

$$S_{su} = V \cdot S_m, \quad (1)$$

где $S_{вода}$ – количество солей, поступающих оросительной водой, м/га, V - количество оросительной, м³/га, S_m – минерализация оросительной воды, г/л.

По этой формуле можно определить количество солей, поступающих оросительной водой:

$$S_{вода} = V \cdot S_m = 2500 \text{ м}^3/\text{га} \cdot 0,68 \text{ г/л} = 1,70 \text{ т/га} . \quad (2)$$

Полученные результаты показывают, что в период исследований на опытный участок поступило 1,70 т/га воды.

При определении количества воды, выносящегося дренажной водой, был использован средний показатель дренажного стока и минерализации. Результаты анализов показали, что показатели дренажного стока опытного участка варьируют между 1800,5–1850,5 м³/га, а их минерализация меняется до 5,67–6,75 г/л. Учитывая эти показатели, можно вычислить количество солей, выносящихся дренажом с опытного участка: $S_d = D \cdot S_{dm}$

Здесь S_d - количество солей, выносящихся дренажом, м/га

D – количество дренажного стока, м³/га

S_{dm} - минерализация дренажных вод, г/л

$$S_d = D \cdot S_{dm} = 18,25 \text{ м}^3/\text{га} \cdot 6,21 \text{ г/л} = 11,3 \text{ т/га} \quad (3)$$

Количество солей, выносящихся с опытного участка, составило 11,33 т/га. Результаты исследований показали, что количество солей, выносящихся дренажом, больше, чем поступающих оросительной водой. Было выявлено, что запас солей в слое почвы 0-200 см на опытном участке составляет 70,85 т / га.

Выводы и предложения. 1. Исследования показывают, что на опытном участке количество солей в почве по профилю составляет 0,221–1,212%, минерализация грунтовых вод 2,68–3,21 г/л; рН-7,8–8,6; содержание гумуса 2,54–0,51%; сумма поглощенных оснований – 18,02–35,28 мг. экв.; количество Na в составе суммы поглощенных оснований – 5,03–7,07%; количество физической глины – 55,80–74,25%; CaCO₃ 17,09–19,23%; CO₂ 6,02–8,46%; гигроскопическая влажность 4,2–6,4%; количество азота менялись от 0,14 до 0,04%.

2. Было выявлено, что запас солей в слое почвы 0-200 см на опытном участке составляет 70,85 т / га; количество солей, поступающих с поливной водой, составляет 1,70 т / га, а количество солей, выносящихся дренажом, составляет 11,33 т / га.

3. Учитывая, что почвы слабые, средне засоленные и слабосолонцеватые, предлагается применение следующих систем мероприятий: глубокая вспашка этих участков, применение минеральных и органических удобрений в соответствии с потребностями растений, во время зимнего арата в средне и сильной степени засоленности и слабо солонцеватости почвах проведение мелких мелиоративных мероприятий – разрыхление, проведение временных дренажей и водосборителей, подача гипса при норме 2,5 т/га и оросительных вод согласно требованиям растений, замена одного растения другим.

Список цитированных источников

1. Аринушкина, Е. В. Руководство по химическому анализу почв / Е. В. Аринушкина. – М. : Изд-во МГУ, 1970 – 488 с.
2. Аверьянов, С. Ф. Некоторые вопросы предупреждения засоления орошаемых земель и меры борьбы с ним в Европейской части СССР / С. Ф. Аверьянов // Орошаемое земледелие в Европейской части СССР. – М. : Колос, 1965. – С. 1–58.
3. Шихлинский, Э. М. Климат Азербайджана / Э. М. Шихлинский. – Баку : Изд. АН Азерб. ССР, 1968. – С. 5–56.

4. Абдуев, М. Р. Ускоренная мелиорация глинистых солончаках Азербайджана / М. Р. Абдуев. – Баку : Изд. «Элм», 1977. – 109 с.
5. Ибрафилов, Г. Ю. Грунтовые воды Кура-Араксинской низменности / Г. Ю. Ибрафилов. – Баку : Изд. «Маариф», 1975. – 204 с.
6. Мустафаев, М. Г. Мелиоративное состояние почв Мугано-Сальянского массива и пути их улучшения М. Г. Мустафаев // Мин. Обр. Азерб. Респ., БГУ, Аз. Географ. Общ. «Современные проблемы географии». – Баку, 2008. – С. 120–124.
7. Волобуев, В. Р. Генетические формы засоления почв Кура-Араксинской низменности / В. Р. Волобуев. – Баку : Изд. АН Азерб. ССР, 1965. – 246 с.
8. Мустафаев, М. Г. Повышение эффективности коллекторно-дренажных систем Муганской степи и пути улучшения экомелиоративного состояния / М. Г. Мустафаев // Сектор Аграрных Наук АМЕА, Межд.науч. конф. по теме : «Почвы Азербайджана : генезис, география, мелиорация, эффективное использование и экология» – Баку : Наука, 2012. – Ч. 1. – С. 373–377.
9. Джебраилова, Г. Г. Изучение динамики грунтовых вод и прогнозирование водно-солевого режима почв в зоне обслуживания Виляшчайского водохранилища / Г. Г. Джебраилова // Экологическое состояние природной среды. Сборник научных трудов. Вып.3, г. Рязань, 2008. – С. 401–405.
10. Мустафаев, М. Г. Эффективность проводимых мелиоративных мероприятий и их оценка / М. Г. Мустафаев // «Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных мелиоративных технологий» : межд. науч.-практич. конф, изд-во «РАГУ», Рязань, 2012. – С. 187–190.
11. Мустафаев, М. Г. Оценка глубины опреснения почво-грунтов на мелиорируемых землях Кура-Араксинской низменности / М. Г. Мустафаев, Г. Г. Джебраилова, Ф. М. Мустафаев // Сб. науч. трудов «Совр. энерго и ресур. экоустойчивые техн. и системы сельскохоз. производства» РГАТУ, вып. 9, г. Рязань, 2011. – С. 141–148.
12. Mustafayev M. G. Change of the Salts Quantity and Type in the Irrigated Soils of the Mughan Plain and Their Impact on Plants Productivity// International Journal of Food Science and Agriculture, USA, Hill Publishing Group, 2020, 4(2), pp 101-108, <http://www.hillpublisher.com/journals/jsfa/>
13. Mustafayev M.G., Mustafayev F.M. Water-salt regime in the meliorated Soils of the Shirvan Plain and their influence on agricultural plants productivity (Ujar Support Station)// Budownictwo o zoptymalizowanym potencjale energetycznym Polsha, 2019, Vol.8, № 2, pp 9-15 .
14. Mustafayev M.G., Iskenderov M.Y. Irrigation of Saline Lands With Activated Collector-Drainage Water Activated In The Magnetic Fiel//International Journal of the Science of Food and Agriculture, USA, Hill Publishing Group, 2020, 4(1), pp 24-29 <http://www.hillpublisher.com/journals/jsfa/>.