

ekologii // Sovetskaya botanika. – 1935. – № 4. – S. 25-42.

3. Kiryushin V.I. Kontsepsiya adaptivno-landshaftnogo zemledeliya. – Pushchino, 1993. – 236 s.

4. Kiryushin V.I. Ekologizatsiya zemledeliya i tekhnologicheskaya politika. – M.: Izd-vo MSKhA, 2000. – 473 s.

5. Tatarintsev V.L., Budritskaya I.A., Tatarintsev L.M. Agrolandshafty sukhostepnoi Kulundy i ikh agroekologicheskaya otsenka // Otrazhenie bio-, geo-, antroposfernykh vzaimodeistvii v pochvakh i pochvennom pokrove: sbornik materialov V Mezhdunarodnoi nauchnoi konferentsii (7-11 sentyabrya

2015 g., Rossiya); pod red. S.P. Kulizhskogo. – Tomsk: Izdatel'skii Dom TGU, 2015. – S. 255-259.

6. Tatarintsev V.L., Tatarintsev L.M. Agroekologicheskaya otsenka granulometri-cheskogo sostava pochv Altaiskogo Priob'ya // Izvestiya Timiryazevskoi sel'skokhozyaistvennoi akademii. – 2008. – № 4. – S. 43-52.

7. Tatarintsev L.M., Tatarintsev V.L., Kiryakina Yu.Yu. Organizatsiya sovremennogo zemlepol'zovaniya na ekologo-landshaftnoi osnove: monografiya. – Barnaul: Izd-vo AGAU, 2011. – 106 s.



УДК 633.11:631.559:631.423.2

В.И. Беляев, Л.В. Соколова
V.I. Belyayev, L.V. Sokolova

ВЛИЯНИЕ ЭКСТРЕМАЛЬНО ЗАСУШЛИВЫХ УСЛОВИЙ НА ВЛАЖНОСТЬ ПОЧВЫ И УРОЖАЙНОСТЬ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ УМЕРЕННО ЗАСУШЛИВОЙ И КОЛОЧНОЙ СТЕПИ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

THE INFLUENCE OF EXTREME DROUGHT CONDITIONS ON SOIL MOISTURE AND SPRING SOFT WHEAT YIELD UNDER THE CONDITIONS OF MODERATE ARID AND FOREST-OUTLIER STEPPE OF THE ALTAI REGION

Ключевые слова: растениеводство, зерновые культуры, яровая мягкая пшеница, урожайность, сорт, предшественник, влажность почвы, культура агропроизводства.

Представлены результаты изучения влияния экстремально засушливых условий 2012 г. на влажность почвы и урожайность сортов яровой мягкой пшеницы различных групп спелости по разным предшествующим культурам в условиях умеренно засушливой и колючной степи Алтайского края. Погодные условия 2012 г. характеризовались крайне низким количеством осадков, в отдельные месяцы их количество не превышало 24% от среднемноголетнего, к тому же осадки неравномерно распределялись по вегетации. Такое положение усугублялось достаточно высокими летними температурами, превышение средних многолетних значений доходило до 25%. В аномально неблагоприятных агрометеорологических условиях 2012 г. максимальная урожайность яровой мягкой пшеницы в среднем была получена по пару (1,35 т/га), значительно меньше по бобовым (0,79 т/га) и по зерновым предшественникам (0,63 т/га). Самая высокая урожайность и у среднеранних, и у среднепоздних сортов наблюдалась по пару (1,11 и 1,58 т/га соответственно), среднеспелые сорта были более урожайными по бобовым предшественникам (1,00 т/га), чем по зерновым (0,71 т/га). Таким образом, даже в экстремальных условиях в условиях умеренно за-

сушливой и колючной степи Алтайского края лидирует пар как предшественник, затем идут бобовые, а зерновые как предшественники для посевов яровой мягкой пшеницы занимают последнее место. Двухфакторный дисперсионный анализ показал, что доля влияния изучаемых факторов на урожайность яровой мягкой пшеницы составила 54,8%, причём 42,7% из них приходится на взаимодействие факторов предшествующей культуры и группы спелости сортов, различия в вариантах достоверны.

Keywords: crop production, grain crops, spring soft wheat, crop yielding capacity, variety, forecrop, soil moisture, agricultural production culture.

The research results on the influence of extremely arid conditions of 2012 on soil moisture and the yield of spring soft wheat varieties of different maturity groups after different forecrops under the conditions of moderately dry and forest-outlier steppe of the Altai Region are presented. The weather conditions of 2012 were characterized by extremely low rainfalls, on some months the precipitation amount did not exceed 24% of the average long-term amount; the rainfalls were unevenly distributed over the growing season. This situation was aggravated by relatively high summer temperatures exceeding the long-term average by 25%. The following average spring soft wheat yields were obtained under the abnormally unfavorable agro-meteorological condi-

tions of 2012: the maximum yield was obtained after a fallow field (1.35 t ha); significantly lesser yields after legumes (0.79 t ha) and grain forecrops (0.63 t ha). The largest yield of middle-early and middle-late varieties was obtained after a fallow (1.11 and 1.58 t ha respectively); middle-ripening varieties were more productive after legume forecrops (1.00 t ha) than after grain forecrops (0.71 t ha). Therefore, even under extreme conditions of moderately arid

and forest-outlier steppe of the Altai Region, a fallow is a leading forecrop followed by legumes and grain crops as forecrops for spring soft wheat. Two-factor analysis of variance showed that the percentage of the influence of the studied factors on spring soft wheat yield was 54.8%; 42.7% account for the factor interaction of forecrops with variety maturity group; the differences in the variants are significant.

Беляев Владимир Иванович, д.т.н., проф., зав. каф. сельскохозяйственной техники и технологий, Алтайский государственный аграрный университет. Тел.: (3852) 62-35-99. E-mail: prof-Belyaev@yandex.ru.

Соколова Людмила Валерьевна, к.с.-х.н., доцент, каф. ботаники, физиологии растений и кормопроизводства, Алтайский государственный аграрный университет. Тел.: (3852) 62-84-08. E-mail: l.v.sokol@mail.ru.

Belyayev Vladimir Ivanovich, Dr. Tech. Sci., Prof., Head, Chair of Agricultural Machinery and Technologies, Altai State Agricultural University. Ph.: (3852) 62-35-99. E-mail: prof-Belyaev@yandex.ru.

Sokolova Lyudmila Valeryevna, Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Chair of Botany, Plant Physiology and Forage Production, Altai State Agricultural University. Ph.: (3852) 62-84-08. E-mail: l.v.sokol@mail.ru.

Введение

Устойчивое развитие на нашей планете невозможно без существенного вклада в сельское хозяйство, без внедрения научных достижений в производство [1-3], особенно в условиях глобального изменения климата, происходящих в настоящее время [4, 5].

Алтайский край является одним из крупнейших аграрных регионов России [6]. Аномально неблагоприятные агрометеорологические условия в период с мая по июль в 2012 г. в Алтайском крае привели к значительным материальным потерям, гибели сельскохозяйственных культур. Сложилась чрезвычайная ситуация, связанная с наложением нескольких негативных природных факторов. Низкие осенние запасы влаги в почве, малоснежная зима, чрезвычайно теплая и ранняя весна, острый дефицит осадков в весенне-летний период, а также аномально высокая температура (+30...+38°C, на почве до +60°C) создали крайне неблагоприятные условия для развития основных сельскохозяйственных культур в Алтайском крае [7].

Цель работы – установить влияние экстремально засушливых условий 2012 г. на влажность почвы и урожайность сортов яровой мягкой пшеницы различных групп спелости по разным предшествующим культурам в условиях умеренно засушливой и колючей степи Алтайского края.

Объекты и методы

Для проведения исследования были использованы результаты, полученные при обработке образцов, взятых непосредственно с полей 6 хозяйств в 2012 г.: ОАО «Кипринское» и ОАО «Крутишинское» Шелаболихинского района, ГУП ПЗ «Комсо-

мольское» Павловского района, СПК «Колос» и СПК «Тамбовский» Романовского района, СПК «Колхоз Путь к коммунизму» Завьяловского района Алтайского края.

Сорта яровой мягкой пшеницы: среднеранние: Алтайская 70, Омская 36; средне-спелые: Алтайская 110, Алтайская 325, Алтайская 530, Алтайская 532; среднепоздние: Апасовка, Омская 24, Омская 28. Предшественниками являлись бобовые, зерновые культуры и пар.

На наблюдаемых полях осенняя обработка почвы проводилась плоскорезами-глубококорыхлителями на глубину 18-22 см. Посев выполнялся сеялками и комплексами отечественного и зарубежного производства на глубину 5-6 см в первой-второй декадах мая. Норма высева – 5 млн всхожих зерен на 1 га.

Для сравнения вариантов были выбраны следующие показатели: содержание влаги в почве, количество всходов на 1 м², количество растений к уборке на 1 м², продуктивная кустистость, масса 1000 зерен и урожайность. Все представленные показатели определялись в соответствии с общепринятыми методиками, математическая обработка данных осуществлялась стандартными статистическими методами [8].

Результаты и их обсуждение

Погодные условия 2012 г. характеризовались крайне низким количеством осадков, в отдельные месяцы их количество не превышало 30% от среднемноголетнего, к тому же осадки неравномерно распределялись по вегетации. Такое положение усугублялось очень высокими летними температурами, превышение средних многолет-

них значений в июле доходило до +4,0°С (табл. 1, 2) [9].

Результаты измерения содержания влаги в почве на полях, занятых яровой мягкой пшеницей, в хозяйствах лесостепи Алтайского края в течение вегетации 2012 г. представлены в таблицах 3 и 4. В апреле максимальное содержание воды в почве практически во всех слоях было накоплено по пару, минимальное – по зерновым. Перед началом вегетации в почве максимальное содержание воды и в пахотном горизонте, т.е. в слое 0-20 и 0-100 см отмечалось по пару (42,8 и 210,8 мм соответственно). Во второй декаде июня ситуация была уже достаточно сложной, в метровом слое содержалось всего 165,3 мм воды по пару, 152,3 мм по бобовым и 143,7 мм по зерновым предшественникам, в пахотном горизонте, соответственно, было всего 27,2; 25,0 и 19,0 мм воды. К середине августа почвы были очень сухие, в метровом слое содержалось лишь 98,7-102,7 мм во-

ды, т.е. практически на уровне недоступной влаги.

Преимущество пара и бобовых как предшественников проявилось в том, что в глубоких слоях почвы перед началом вегетации было накоплено больше влаги, чем по зерновым, что позволило растениям в дальнейшем находиться в более выгодных условиях (рис. 1). Ко второй декаде июня кривые распределения влаги по слоям почвы по разным предшественникам приближались друг к другу, но всё же большее количество по прежнему наблюдалось по пару (рис. 2). Измерения, проведённые в середине августа, показали, что в слоях почвы глубже 60 см по зерновым предшественникам осталось больше влаги, чем по пару и по бобовым (рис. 3). Это говорит о том, что растения пшеницы на полях после зерновых предшественников не смогли использовать всю доступную влагу, что, естественно, сказалось на урожайности.

Таблица 1

Распределение осадков по месяцам вегетационного периода 2012 г., мм (умеренно засушливая и колючая степь Алтайского края)

Метеостанция	Май			Июнь			Июль			Август			Период май-август		
	сумма	среднемесячная сумма	% от среднегогодовой суммы	сумма	среднемесячная сумма	% от среднегогодовой суммы	сумма	среднемесячная сумма	% от среднегогодовой суммы	сумма	среднемесячная сумма	% от среднегогодовой суммы	сумма	среднемесячная сумма	% от среднегогодовой суммы
1	25	42	60	11	47	23	98	64	153	45	45	100	179	193	93
2	20	29	69	14	47	30	20	55	36	30	49	61	84	180	47
3	29	40	73	45	44	99	28	64	43	45	45	100	146	193	76
4	20	32	63	18	44	41	16	52	31	16	39	42	70	167	42
5	29	36	81	45	45	100	28	57	48	45	47	96	146	185	79
х	25	36	69	27	45	59	38	58	62	36	45	80	125	184	67

Примечание. 1 – Барнаул; 2 – Камень-на-Оби; 3 – Шелаболиха; 4 – Бавово; 5 – Мамонтово; х – среднее.

Таблица 2

Температура воздуха по месяцам вегетационного периода 2012 г., °С (умеренно засушливая и колючая степь Алтайского края)

Метеостанция	Май			Июнь			Июль			Август		
	средняя температура	среднемесячная сумма	отклонение от среднегогодовой суммы	средняя температура	среднемесячная сумма	отклонение от среднегогодовой суммы	средняя температура	среднемесячная сумма	отклонение от среднегогодовой суммы	средняя температура	среднемесячная сумма	отклонение от среднегогодовой суммы
1	12,1	11,7	+0,4	22,1	17,8	+4,3	22,1	19,4	+2,6	18,3	16,7	+1,6
2	11,6	11,7	-0,1	21,8	17,8	+4,0	22,8	19,4	+3,4	18,4	16,7	+1,7
3	11,7	11,7	0,0	21,8	17,8	+4,0	22,4	19,4	+3,0	18,2	16,7	+1,5
4	15,3	12,3	+3,0	22,0	18,2	+3,8	22,8	20,2	+2,6	18,2	17,1	+1,1
5	11,7	12,3	-0,6	21,8	18,1	+3,7	22,4	20,1	+2,3	18,2	17,3	+0,9
х	12,5	11,9	+2,7	21,9	17,9	+4,0	22,5	19,7	+2,8	18,3	16,9	+1,4

Примечание. 1 – Барнаул; 2 – Камень-на-Оби; 3 – Шелаболиха; 4 – Бавово; 5 – Мамонтово; х – среднее.

Таблица 3

Средние значения содержания влаги по слоям почвы в зависимости от предшествующей культуры, мм (умеренно засушливая и колючая степь Алтайского края, 2012 г.)

Предшествующая культура	Слой почвы, см									
	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	80-90	90-100
III декада апреля										
Зерновые	19,7	20,4	20,8	20,0	18,0	16,6	16,5	15,6	15,7	14,8
Бобовые	20,3	19,6	20,8	22,0	20,5	20,2	19,4	19,4	19,2	18,9
Пар	21,6	21,2	23,8	23,3	22,6	22,2	20,6	19,0	19,0	17,7
II декада июня										
Зерновые	8,4	10,6	12,6	13,6	15,2	16,3	16,9	16,9	15,9	17,4
Бобовые	12,4	12,6	13,7	14,5	15,9	15,5	16,5	16,8	17,4	17,0
Пар	12,6	14,6	14,6	15,9	16,4	17,8	19,1	18,3	17,7	18,3
II декада августа										
Зерновые	5,9	7,4	9,4	9,8	9,7	11,1	12,9	13,8	13,7	13,5
Бобовые	12,6	14,6	14,6	15,9	16,4	17,8	19,1	18,3	17,7	18,3
Пар	7,3	8,9	9,5	9,8	10,7	10,9	10,9	11,3	11,5	11,8

Таблица 4

Средние значения содержания влаги в почве в слое 0-100 см в зависимости от предшествующей культуры, мм (умеренно засушливая и колючая степь Алтайского края, 2012 г.)

Предшествующая культура	Слой почвы, см									
	0-10	0-20	0-30	0-40	0-50	0-60	0-70	0-80	0-90	0-100
III декада апреля										
Зерновые	19,7	40,1	60,9	80,9	98,9	115,5	132,1	147,7	163,4	178,2
Бобовые	20,2	39,8	60,7	82,7	103,2	123,4	142,8	162,2	181,4	200,3
Пар	21,6	42,8	66,6	89,9	112,4	134,6	155,2	174,1	193,1	210,8
II декада июня										
Зерновые	8,4	19,0	31,6	45,2	60,4	76,7	93,5	110,4	126,3	143,7
Бобовые	12,4	25,0	38,7	53,2	69,2	84,7	101,1	117,9	135,3	152,3
Пар	12,6	27,2	41,8	57,7	74,0	91,8	111,0	129,3	147,0	165,3
II декада августа										
Зерновые	5,9	13,3	22,7	32,5	42,2	53,4	66,2	80,0	93,7	107,2
Бобовые	9,6	18,5	27,8	37,6	47,1	56,5	66,9	76,6	87,5	98,7
Пар	7,3	16,2	25,6	35,4	46,1	56,9	67,9	79,1	90,6	102,4

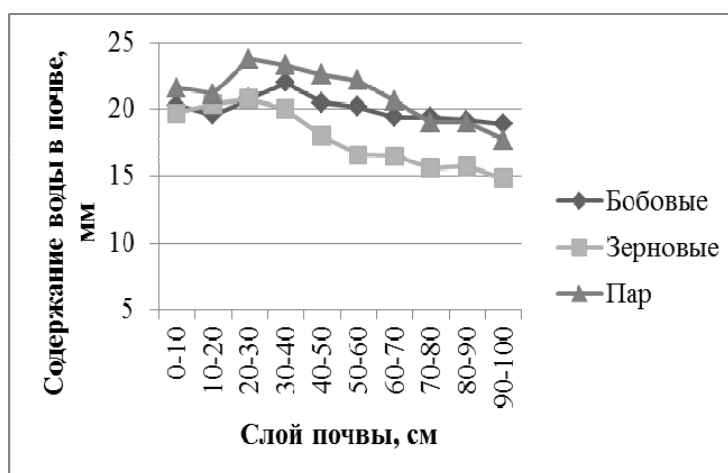


Рис. 1. Содержание влаги по слоям почвы в зависимости от предшествующей культуры, мм (умеренно засушливая и колючая степь Алтайского края, III декада апреля 2012 г.)

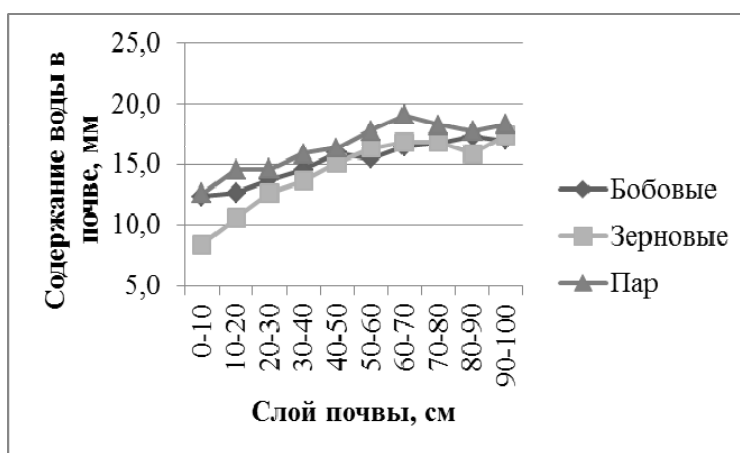


Рис. 2. Содержание влаги по слоям почвы в зависимости от предшествующей культуры, мм (умеренно засушливая и колючая степь Алтайского края, II декада июня 2012 г.)

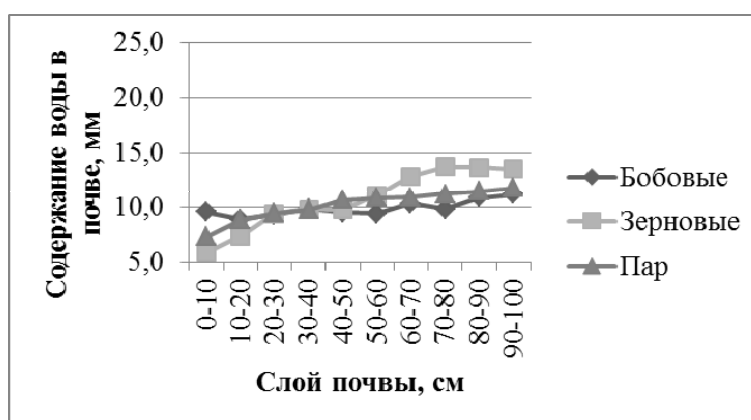


Рис. 3. Содержание влаги по слоям почвы в зависимости от предшествующей культуры, мм (умеренно засушливая и колючая степь Алтайского края, II декада августа 2012 г.)

Таблица 5

Урожайность и некоторые элементы структуры урожая сортов яровой мягкой пшеницы различных групп спелости в зависимости от предшествующей культуры (умеренно засушливая и колючая степь Алтайского края, 2012 г.)

Предшественники	Группа спелости сортов	Количество всходов, шт/м ²	Полевая всхожесть, %	Количество растений к уборке, шт/м ²	Сохранность растений, %	Продуктивная кустистость	Масса 1000 зерен, г	Урожайность, т/га
Зерновые	Среднеранние	234,3	55,3	126,4	60,7	1,6	31,8	0,46
	Среднезрелые	210,9	45,0	131,6	70,2	1,7	31,1	0,71
	Среднепоздние	252,0	51,0	120,8	47,9	1,2	35,5	0,72
	Среднее	232,4	50,4	126,3	59,6	1,5	32,8	0,63
Бобовые	Среднеранние	198,7	44,5	158,4	80,2	1,3	32,1	0,55
	Среднезрелые	303,2	67,3	121,5	43,1	2,1	30,3	1,00
	Среднепоздние	215,6	43,8	111,6	51,2	1,6	33,9	0,82
	Среднее	239,2	51,9	130,5	58,2	1,7	32,1	0,79
Пар	Среднеранние	210,1	46,8	164,0	77,5	1,7	32,1	1,11
	Среднезрелые	-	-	-	-	-	-	-
	Среднепоздние	244,1	50,0	154,7	63,1	1,7	32,5	1,58
	Среднее	227,1	48,4	159,4	70,3	1,7	32,3	1,35

Несмотря на экстремальную засуху 2012 г., чётко прослеживается влияние предшествующей культуры на элементы структуры и урожайность яровой мягкой пшеницы (табл. 5). Практически по всем представленным показателям лидирует пар как предшественник, затем идут бобовые, по зерновым предшественникам получены минимальные значения.

В среднем максимальное количество зерна получено по пару – 1,35 т/га, значительно меньше по бобовым предшественникам – 0,79 т/га и по зерновым – 0,63 т/га.

Сравнение урожайности сортов яровой мягкой пшеницы различных групп спелости показало, что и среднеранние, и среднепоздние сорта создали максимум по пару – 1,11 и 1,58 т/га соответственно, причём эти сорта не слишком отличались по бобовым и зерновым предшественникам в пределах своей группы. Среднеспелые сорта были более урожайными в засушливых условиях 2012 г. по бобовым предшественникам (1,00 т/га), чем по зерновым (0,71 т/га) (рис. 4).

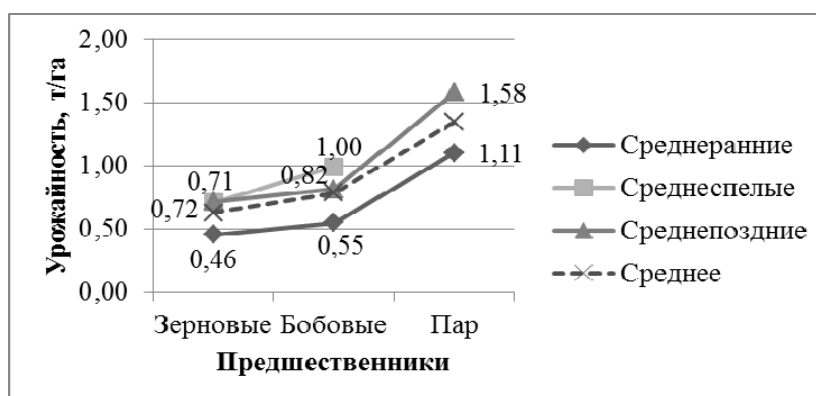


Рис. 4. Урожайность сортов яровой мягкой пшеницы различных групп спелости в зависимости от предшествующей культуры, т/га (умеренно засушливая и колочная степь Алтайского края, 2012 г.)

Таблица 6

Статистические характеристики по показателю «урожайность» яровой мягкой пшеницы (умеренно засушливая и колочная степь Алтайского края, 2012 г.)

Среднее по матрице	0,80
Стандартное отклонение	0,28
Ошибка опыта (средней)	0,16
НСР ₀₅ (А)	0,28
НСР ₀₅ (В)	0,28

Таблица 7

Доли влияния факторов на урожайность яровой мягкой пшеницы различных групп спелости в зависимости от предшествующей культуры, % (умеренно засушливая и колочная степь Алтайского края, 2012 г.)

Источник влияния	Индекс детерминации
V-вариант	54,78
Случайные	45,22
Фактор А – предшественник	6,56
Фактор В – группа спелости	5,50
АВ-взаимодействие	42,72

Таблица 8

Анализ вариационной таблицы

Источник	Средний квадрат	Степень свободы	F-Фишер экспериментальный	F-Фишер табличный
V – вариант	0,21	8	2,73	2,51
Фактор А – предшественник	0,10	2	1,31	3,55
Фактор В – группа спелости	0,09	2	1,10	3,55
АВ-взаимодействие	0,33	4	4,25	2,93

Двухфакторный дисперсионный анализ показал, что доля влияния изучаемых факторов на урожайность яровой мягкой пшеницы составила 54,8%, причём 42,7% из них приходится на взаимодействие факторов предшествующей культуры и группы спелости сортов, различия в вариантах достоверны (табл. 6-8).

Заключение

В аномально неблагоприятных агрометеорологических условиях 2012 г. максимальная урожайность яровой мягкой пшеницы в среднем была получена по пару – 1,35 т/га, значительно меньше по бобовым – 0,79 т/га и по зерновым предшественникам 0,63 т/га. Самая высокая урожайность и у среднеранних, и у среднепоздних сортов наблюдалась по пару (1,11 и 1,58 т/га соответственно), среднеспелые сорта были более урожайными по бобовым предшественникам (1,00 т/га), чем по зерновым (0,71 т/га). Таким образом, даже в экстремальных условиях в условиях умеренно засушливой и колючей степи Алтайского края лидирует пар как предшественник, затем идут бобовые, а зерновые как предшественники для посевов яровой мягкой пшеницы занимают последнее место.

Библиографический список

1. Christen, O., O'Halloran-Wietholtz, Z. 2002: Indikatoren fuer eine nachhaltige Entwicklung der Landwirtschaft. Schriftenreihe des Instituts fuer Landwirtschaft und Umwelt Bonn, Heft 3/2002.
2. Kirkegaard, J., Christen, O., Krupinsky, J., Layzell, D. Break crop benefits in temperate wheat production // *Field Crops Research*. – 2008. – Vol. 107. – P.185-195.
3. Гаркуша А.А., Никитина Е.Д. О новых научных достижениях Алтайского НИИСХ в области земледелия и защиты растений // *Аграрная наука – сельскому хозяйству*: сб. ст.: в 3 кн. / XI Междунар. науч.-практ. конф. (4-5 февраля 2016 г.). – Барнаул: РИО Алтайского ГАУ, 2016. – Кн. 2. – С. 6-8.
4. Grunwald, L.-C., Meinel, T., Belyaev, V.I., Fr̃hau, M. Effekte der Schwarzbrache in verschiedenen Trockenfeldbauregionen der GUS // *Hallesches Jahrbuch fuer Geowissenschaften*. – 2015. – Nr. 37. – S. 163-193.
5. Kraemer, R., Prishchepov, A.V., Mueller, D., Kuemmerle, T., Radeloff, V.C., Dara, A., Terekhov, A., Fruehauf, M. Long-term agricultural land-cover change and potential for cropland expansion in the former Virgin

Lands area of Kazakhstan // *Environmental Research Letters*. – 2015. – Vol. 10 (5). [Elektronnyi resurs]: <http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/10/5/054012/pdf>. (data obrashcheniya 23.03.2016).

6. Гаркуша А.А., Никитина Е.Д. О новых научных достижениях Алтайского НИИСХ в области селекции полевых культур // *Аграрная наука – сельскому хозяйству*: сб. ст.: в 3 кн. / XI Междунар. науч.-практ. конф. (4-5 февраля 2016 г.). – Барнаул: РИО Алтайского ГАУ, 2016. – Кн. 2. – С. 8-10.

7. В 33 сельских районах Алтайского края и столице региона – городе Барнауле – вводится режим чрезвычайной ситуации в связи с аномальными погодными условиями. 26.07.2012 г. // *Официальный сайт Алтайского края* [Электронный ресурс]: http://www.altairregion22.ru/region_news/e211473.html [дата обращения 23.03.2016].

8. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – М.: Колос, 1979. – 416 с.

9. Расписание погоды [Электронный ресурс]: <http://rp5.ru> [дата обращения 22.03.2016].

References

1. Christen, O., O'Halloran-Wietholtz, Z. 2002: Indikatoren fuer eine nachhaltige Entwicklung der Landwirtschaft. Schriftenreihe des Instituts fuer Landwirtschaft und Umwelt Bonn, Heft 3/2002.
2. Kirkegaard, J., Christen, O., Krupinsky, J., Layzell, D. Break crop benefits in temperate wheat production // *Field Crops Research*. – 2008. – Vol. 107. – P.185-195.
3. Garkusha A.A., Nikitina E.D. O novykh nauchnykh dostizheniyakh Altaiskogo NIISKH v oblasti zemledeliya i zashchity rastenii // *Agrarnaya nauka – sel'skomu khozyaistvu: sbornik statei: v 3 kn. / XI Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. (4-5 fevralya 2016 g.)*. – Barnaul: RIO Altaiskogo GAU, 2016. – Kn. 2. – S. 6-8.
4. Grunwald, L.-C., Meinel, T., Belyaev, V.I., Fr̃hau, M. Effekte der Schwarzbrache in verschiedenen Trockenfeldbauregionen der GUS // *Hallesches Jahrbuch fuer Geowissenschaften*. – 2015. – Nr. 37. – S. 163-193.
5. Kraemer, R., Prishchepov, A.V., Mueller, D., Kuemmerle, T., Radeloff, V.C., Dara, A., Terekhov, A., Fruehauf, M. Long-term agricultural land-cover change and potential for cropland expansion in the former Virgin

Lands area of Kazakhstan // Environmental Research Letters. – 2015. – Vol. 10 (5). [Elektronnyi resurs]: <http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/10/5/054012/pdf>. (data obrashcheniya 23.03.2016).

6. Garkusha A.A., Nikitina E.D. O novykh nauchnykh dostizheniyakh Altaiskogo NIISKh v oblasti seleksii polevykh kul'tur // Agrarnaya nauka – sel'skomu khozyaistvu: sbornik statei: v 3 kn. / XI Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. (4-5 fevralya 2016 g.). – Barnaul: RIO Altaiskogo GAU, 2016. – Kn. 2. – S. 8-10.

7. V 33 sel'skikh raionakh Altaiskogo kraia i stolitse regiona – gorode Barnaule –

vvoditsya rezhim chrezvychainoi situatsii v svyazi s anomal'nymi pogodnymi usloviyami. 26.07.2012 g. // Ofitsial'nyi sait Altaiskogo kraia [Elektronnyi resurs]: http://www.altaregion22.ru/region_news/e211473.html. (data obrashcheniya 23.03.2016).

8. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezul'tatov issledovaniy). – M.: Kolos, 1979. – 416 s.

9. Raspisanie pogody [Elektronnyi resurs]: <http://rp5.ru>. (data obrashcheniya 22.03.2016).



УДК 631.84:631.415:631.418

В.И. Макаров
V.I. Makarov

**ВЛИЯНИЕ АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ
НА КИСЛОТНОСТЬ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ СУПЕСЧАНОЙ ПОЧВЫ
И ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ЛИЗИМЕТРИЧЕСКИХ ВОД**

**THE EFFECT OF NITROGEN FERTILIZERS ON THE ACIDITY OF SOD-PODZOLIC SANDY LOAM
SOIL AND LYSIMETRIC WATER CHEMICAL COMPOSITION**

Ключевые слова: кислотность почвы, азотные удобрения, сульфат аммония, аммиачная селитра, карбамид, физиологическая кислотность, подкисление почвы, нитрификация, вымывание нитратов, лизиметрические воды, дерново-подзолистые почвы.

В вегетационных опытах (2014-2015 гг.) изучали влияние сульфата аммония (Na), аммиачной селитры (Naa) и карбамида (Nm) на кислотность дерново-подзолистой супесчаной почвы и состав лизиметрических вод. В эксперименте моделировали промывной водный режим и разную периодичность внесения удобрений на двух фонах (без растений и бархатцы отклоненные). Применение Na в парующей почве сопровождается сильным подкислением почвы: pH солевой вытяжки (pH_{KCl}) – на 1,27 ед. и гидролитической кислотности (Hr) – на 2,31 ммоль/100 г. Подкисляющее действие Na при его использовании для удобрения бархатцев ниже: pH_{KCl} сместилась на 1,08 ед. и Hr – на 2,13 ммоль/100 г. При компостировании почвы Naa обладает подкисляющим действием аналогичным Na. Использование Naa в качестве удобрения бархатцев существенно снижает это негативное свойство агрохимиката: pH_{KCl} снизилась всего на 0,47 ед., Hr – на 1,02 ммоль/100 г. С повышением частоты применения Na и Naa физиологической кислотности этих удобрений снижается. Карбамид, по сравнению с Na и Naa, вызывает слабое подкисление компостируемой почвы и нет влияния периодичности внесения Nm на кислотность почвы. Внесение в почву всех форм азотных удобрений приводит к возрастанию удельной электропроводности лизиметрических вод. В вариантах с растениями минерализованность лизи-

метрических вод ниже. Наибольшие потери NO_3^- с дренажными водами установлены при внесении Naa. Сульфат аммония достоверно повышает концентрацию NO_3^- в лизиметрических водах только при его применении в парующей почве. Увеличение частоты внесения азотных удобрений снижает концентрацию NO_3^- в лизиметрических водах, за исключением варианта с Nm. Установлена тесная корреляционная связь между обменной кислотностью почвы (pH_{KCl}) с составом лизиметрических вод: удельной электропроводностью ($R= 0,77$), содержанием Ca^{2+} и Mg^{2+} ($R= 0,73$) и нитратов ($R= 0,97$). Концентрация калия в лизиметрических водах низкая и слабо зависела от использованных удобрений.

Keywords: soil acidity, nitrogen fertilizers, ammonium sulphate, ammonium nitrate, carbamide, physiological acidity, soil acidification, nitrification, nitrate washing-out, lysimetric water, sod-podzolic soil.

The effects of ammonium sulphate (Na), ammonium nitrate (Naa) and carbamide (Nm) on the acidity of sod-podzolic sandy loam soil and lysimetric water chemical composition were studied in greenhouse trials in 2014 and 2015. A washout water regime and various time-frames of fertilizer application against two backgrounds (no plants and spreading marigolds) were simulated in the trials. The application of Na in fallow soil is accompanied by heavy soil acidification: pH of salt extract (pH_{KCl}) – by 1.27 units and hydrolytic acidity – by 2.31 mmol per 100 g. The acidifying effect of Na when fertilizing marigolds is lower: pH_{KCl} has shifted by 1.08 units and hydrolytic acidity – by 2.13 mmol 100g. In soil composting,