

DOI 10.33952/2542-0720-2020-4-24-81-89

УДК 633.854.78

Костенкова Е. В.¹, Бушнев А. С.²

**АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ПРИРОДНОЙ ВЛАГООБЕСПЕЧЕННОСТИ
НА УРОЖАЙНОСТЬ ПОДСОЛНЕЧНИКА В ЗАСУШЛИВЫХ УСЛОВИЯХ
КРЫМСКОГО ПОЛУОСТРОВА**

¹ ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»;

² ФГБНУ «Федеральный научный центр «Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур имени В. С. Пустовойта»

Реферат. Крым относится к засушливой природно-климатической зоне, основной лимитирующий фактор которой – естественная влагообеспеченность растений. Цель исследований – установить закономерности влияния гидрометеорологических факторов (запасов влаги в почве перед посевом, количества осадков и ГТК за вегетационный период) на урожайность подсолнечника при различных сроках посева (I, II, III декады апреля) и густоте стояния растений (30, 40, 50, 60, 70 тыс. шт./га). Исследования проводили в ФГБУН «НИИСХ Крыма» (с. Клепинино) в 2017–2019 гг. на ультрараннеспелом гибриде Авангард. Закладку полевых опытов, учеты, анализы и статистическую обработку данных осуществляли в соответствии с методиками проведения полевых и агротехнических опытов с масличными культурами. Тесная корреляция отмечена между урожайностью культуры при раннем сроке посева (I декада апреля) и количеством осадков мая (коэффициент корреляции $r = 0,932$); при посеве во II декаде апреля – количеством осадков мая ($r = 0,977$) и запасами влаги перед посевом ($r = 0,978$); при более позднем посеве (III декада апреля) – запасами влаги перед посевом ($r = 0,892$). Тесная положительная связь ($r = 0,853–0,972$) отмечена при оптимальной для региона густоте стояния растений (40 тыс. шт./га) между количеством осадков апреля–мая, запасами влаги в почве перед посевом и урожайностью подсолнечника, что свидетельствует о высоком значении влагообеспеченности этого периода в формировании продуктивности культуры. В загущенных посевах (50–70 тыс. шт./га) самая тесная связь ($r = 0,916–0,938$) отмечена между урожайностью и количеством осадков мая, что делает последние первостепенными и определяющими при возделывании культуры с такой густотой, при которой конкуренция за влагу возрастает с увеличением количества растений на единице площади. Наиболее тесные связи ГТК с урожайностью подсолнечника отмечены в апреле и мае ($r = 0,833–0,967$), когда растения интенсивно растут и требуют достаточного количества влаги.

Ключевые слова: подсолнечник (*Helianthus annuus* L.), урожайность, осадки вегетационного периода, запасы влаги в почве перед посевом, корреляция.

Введение

Первые попытки определения связей урожайности подсолнечника с климатическими условиями регионов его возделывания предпринимались еще в конце 50-х годов XX века [1]. В 2012 г. объединенным исследовательским центром JRC (EU) (служба науки и знаний Европейской комиссии, которая нанимает ученых для проведения исследований с целью предоставления независимых научных консультаций и поддержки политики ЕС) был подготовлен проект AVEMAC, в котором на период 2020–2030 гг. прогнозировалось потенциальное распределение биоэнергетических культур в Европе в условиях современного и будущего климата с моделированием урожайности при помощи CropSyst (многолетняя мультикультурная ежедневная модель моделирования растениеводства с временным шагом, разрабатываемая командой на кафедре инженерии биологических систем

Вашингтонского государственного университета) [2–4]. Согласно всем климатическим моделям данного проекта, потенциальное возделывание подсолнечника планируется более чем на 60 % территории Южной Европы (35–44° N). При этом количество осадков должно составлять от 350 до 1500 мм в год при минимальной и максимальной месячных температурах 15 и 39 °С в период с апреля по сентябрь [5].

В условиях степной части Крыма в последние годы в течение вегетационного периода подсолнечника наблюдали перепады температуры воздуха, возврат холодов весной, суховеи, что оказывало значительное влияние на урожайность культуры, особенно во время формирования агрофитоценозов.

На Крымском полуострове годовое количество осадков в 2017 г. составило 287,8; в 2018 г. – 553,1; в 2019 г. – 426,9 мм. ГТК за вегетационные периоды *Helianthus annuus* L. в эти годы составлял 0,5; 0,7 и 0,8 соответственно, что по Селянинову оценивается как засушливые условия [6].

Продуктивность и агроэкологическая устойчивость культуры характеризуются отзывчивостью на находящиеся под агротехническим контролем факторы, в том числе на сроки посева и густоту стояния растений [7, 8]. Изучение влияния данных элементов агротехники на способность подсолнечника усваивать атмосферные осадки позволяет определить степень зависимости от того или иного признака и более подробно изучить тесноту связи, определяемой коэффициентом корреляции [9].

Цель исследований – установить закономерности влияния природной влагообеспеченности региона и гидрометеорологических факторов (запасов влаги в почве перед посевом, количества осадков и ГТК за вегетационный период) на урожайность подсолнечника в зависимости от сроков посева и густоты стояния растений.

Материалы и методы исследований

Эксперименты проводили в 2017–2019 гг. на опытном поле ФГБУН «НИИСХ Крыма» в зоне южных слабогумусированных черноземов на желто-бурых лессовидных легких глинах. Агрохимические показатели пахотного слоя почвы представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Агрохимическая характеристика почвы опытного участка (среднее за 2017–2019 гг.)

Тип почвы	Содержание в почве		
	подвижного фосфора, мг/100 г*	подвижного калия мг/100 г*	гумуса, %**
Южный слабогумусированный чернозем на желто-бурых лессовидных легких глинах	5,6	35	2.29

Примечание. * по Мачигину Б. П., ** по Тюрину И. В.

Изучали урожайность подсолнечника при различных сроках посева (первый срок, когда температура почвы на глубине 8–10 см устойчиво прогрелась и в течении 3–5 дней составила 6–9 °С, второй – через 10 дней после первого срока посева, третий – через 20 дней после первого срока посева) и густоте стояния растений (30, 40, 50, 60 и 70 тыс. раст./га). Повторность в опыте трехкратная, общая площадь делянки – 28 м², учётная – 14 м². Объект исследований – очень ранний гибрид подсолнечника Авангард. Уборку проводили малогабаритным комбайном «Сампо-130», с последующим пересчетом на 10 % влажность семян и 100 % чистоту.

При проведении исследований зафиксирована неравномерность распределения осадков за предшествующий севу подсолнечника осенне-зимне-весенний период, формирующий запасы влаги в почве, и по месяцам за вегетационный период (таблица 2).

**Таблица 2 – Распределение осадков в годы исследований, мм
(метеостанция с. Клепинино)**

Год	Сумма осадков за сентябрь–март	Месяц						Сумма осадков за апрель–сентябрь
		апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	
Среднегодовое	229,0	32,0	35,0	62,0	45,0	45,0	30,0	249,0
2017	250,7	39,9	23,6	20,5	12,6	53,2	1,1	150,9
2018	170,2	3,1	15,6	46,3	136,8	4,3	88,8	294,9
2019	325,0	27,2	23,9	119,6	67,5	0,6	21,1	266,9

В 2017 г. с мая по июнь отмечен дефицит осадков, что в комплексе с повышенным температурным режимом в этот период оказало негативное воздействие на урожайность культуры. Количество осадков в начале вегетации растений в 2018 г. также было недостаточным, что привело к почвенной и атмосферной засухе и отрицательно повлияло на их продуктивность. В III декаде июня ситуация изменилась – осадки выпали в количестве 225 % от нормы, а в III декаде июля их сумма составила 101 мм (360 % от среднегодовое нормы).

При этом среднесуточная температура воздуха в течение девяти дней (на четыре дня больше среднегодовое данных) (рисунок 1) составляла 30 °С и выше, что в комплексе с переувлажнением вызвало проявление болезней на растениях *H. annuus*. Погодные условия 2019 г. благоприятствовали вегетации культуры, так как характеризовались сравнительно хорошей влагообеспеченностью, отсутствием суховея и пониженным температурным режимом.

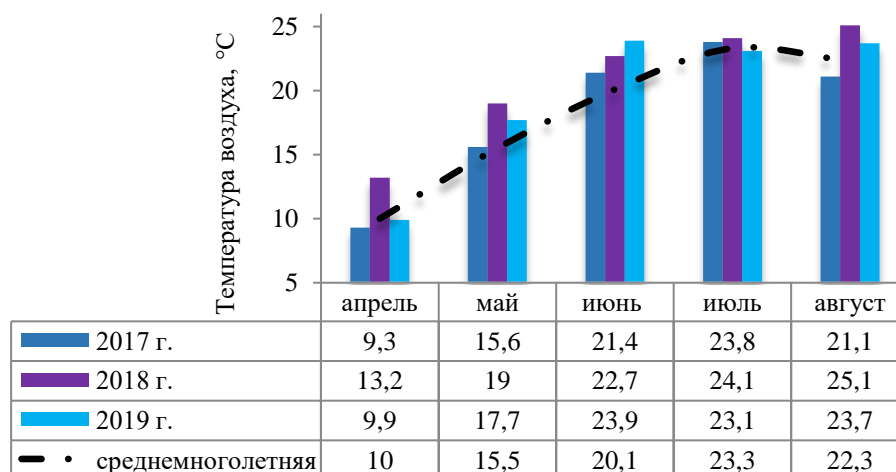


Рисунок 1 – Среднесуточная температура воздуха в период вегетации подсолнечника (метеостанция с. Клепинино, 2017–2019 гг.)

Закладку полевых опытов, учеты, анализы и статистическую обработку данных осуществляли в соответствии с методическими указаниями Б. А. Доспехова [10] и методиками проведения полевых и агротехнических опытов с масличными культурами [11, 12].

Корреляционный анализ влияния осадков за предшествующий севу подсолнечника осенне-зимне-весенний период, запасов влаги в почве перед посевом, осадков за апрель–июнь (период активного роста и формирования урожая подсолнечника в условиях Крыма) и ГТК за вегетационный период на урожайность подсолнечника при различных сроках посева и густоте стояния растений проводили в программе Microsoft Excel.

Гидротермический коэффициент увлажнения Селянинова (ГТК) рассчитывали по формуле: $K = R \times 10 / \Sigma t$; где R – сумма осадков в миллиметрах за

период с температурами выше +10 °С, Σt – сумма температур (°С) за то же время [6] по данным метеостанции с. Клепинино.

Результаты и их обсуждение

За годы исследований установлено, что на урожайность подсолнечника оказывали влияние как сроки посева, которые отличались по влагообеспеченности предшествовавшего сезону осенне-зимне-весеннего периода и вегетации культуры, так и густота стояния растений. Наибольшая урожайность семян отмечена при посеве в первой декаде апреля с густотой стояния растений 40 тыс. шт./га – 1,37 т/га (таблица 3). Семенная продуктивность подсолнечника снижалась с увеличением густоты стояния растений с 40 до 70 тыс. шт./га независимо от срока посева.

Таблица 3 – Урожайность подсолнечника при различных сроках посева и густоте стояния растений, т/га (среднее за 2017–2019 гг.)

Густота стояния растений, тыс. шт./га (фактор В)	Срок посева (фактор А)			Среднее по фактору В, НСР ₀₅ = 0,16
	I декада апреля	II декада апреля	III декада апреля	
30	1,08	1,05	1,08	1,07
40	1,37	1,22	1,28	1,29
50	1,27	1,18	1,09	1,18
60	1,13	1,12	1,10	1,12
70	1,07	1,08	1,04	1,06
Среднее по фактору А, НСР ₀₅ = 0,12	1,18	1,13	1,12	-
НСР ₀₅ для частных средних = 0,27				

Необходимо отметить, что запасы влаги в метровом слое почвы перед посевом подсолнечника отличались по годам: в 2017 и 2019 гг. они оказались на одном уровне (88,9–98,8 мм) и по срокам посева различались незначительно – не более 10 мм, а в 2018 г., напротив, были значительно ниже (38,9–76,7 мм), причем во второй и третьей декадах апреля их количество стало критически малым для возделывания полевых культур – 38,9–43,6 мм (таблица 4).

Таблица 4 – ГТК вегетационного периода (в числителе) и запасы влаги в метровом слое почвы перед посевом подсолнечника, мм (в знаменателе)

Год	Срок посева		
	I декада апреля	II декада апреля	III декада апреля
2017	0,5	0,5	0,5
	98,8	88,9	94,5
2018	0,7	0,7	0,7
	76,7	38,9	43,6
2019	0,8	0,8	0,8
	88,9	89,8	98,7

Корреляция ГТК с урожайностью по отдельным месяцам (июнь и август) оказалась слабой положительной ($r = 0,400-0,405$), а в июле – сильной отрицательной ($r = -0,786$). Наиболее тесные связи ГТК с урожайностью подсолнечника отмечены в апреле и мае ($r = 0,833-0,967$), когда у растений наблюдается интенсивный рост и требуется достаточное количество влаги (таблица 5).

Таблица 5 – Коэффициенты корреляции (r) между урожайностью подсолнечника и значениями ГТК по месяцам вегетационного периода (2017–2019 гг.)

ГТК (месяц)				
апрель	май	июнь	июль	август
0,833**	0,967**	0,400	-0,786*	0,405

Примечание. * достоверно при уровне значимости $p \leq 0,05$; ** достоверно при уровне значимости $p \leq 0,01$.

Проведенный корреляционный анализ позволил определить тесные связи между урожайностью и влагообеспеченностью различных периодов роста и развития подсолнечника в засушливых условиях степного Крыма (таблица 6).

Таблица 6 – Коэффициенты корреляции между урожайностью подсолнечника и влагообеспеченностью при различных сроках посева (среднее за 2017–2019 гг.)

Срок посева	Запасы влаги в почве перед посевом	Осадки (месяц)			ГТК за вегетационный период
		апрель	май	июнь	
I декада апреля	0,752*	0,814*	0,932*	0,412	0,648*
II декада апреля	0,978*	0,931*	0,977*	0,229	0,505
III декада апреля	0,892*	0,665*	0,878*	0,649*	0,835*

Примечание. * достоверно при уровне значимости $p \leq 0,01$.

Основные жизненные процессы послепосевного периода связаны с набуханием, прорастанием семян и появлением всходов. Температура почвы в этот момент является определяющим фактором внешней среды, однако на процесс набухания семян она особого влияния не оказывает (набухание происходит практически одинаково как при 5–6 °С, так и при 10–12 °С, при этом семена поглощают до 80–90 % воды от своей массы). Прорастание, в свою очередь, зависит от температурного режима, и оптимальной для получения всходов считается температура почвы на глубине заделки семян от 8 до 14 °С. При благоприятных условиях семена прорастают, используя 60–70 % воды. Именно поэтому очень важны запасы влаги в почве на момент посева [12].

В условиях степной зоны Крыма ранний посев подсолнечника проводят в первой и второй декадах апреля. Полноценное прорастание семян, формирование будущей глубокопроникающей корневой системы и вегетативных органов обуславливает хорошая влагообеспеченность в этот период. Так, при посеве подсолнечника в эти сроки прослеживали значимость количества выпавших осадков – в апреле ($r = 0,814–0,931$) и в мае более эффективными оказались осадки мая ($r = 0,878–0,977$). Кроме того, на формирование будущей урожайности культуры существенное влияние оказывают запасы влаги в почве перед посевом, особенно при посеве во второй ($r = 0,978$) и третьей ($r = 0,892$) декадах апреля.

Таким образом, растения подсолнечника при раннем сроке посева в основном формировали урожай семян благодаря осадкам, выпавшим в апреле–мае. Следовательно, именно осадки в этот период являются основополагающими при возделывании подсолнечника в степной зоне Крыма, так как обеспечивают дружное появление всходов, а также формирование мощной корневой системы и вегетативных органов растений.

Между урожайностью и ГТК вегетационного периода тесная связь отмечена только при третьем сроке посева ($r = 0,835$), что объясняется повышением сумм эффективных температур, обуславливающих интенсивный рост и развитие растений в начальный период вегетации.

В условиях степной части Крыма возделывание подсолнечника в годы с низкой обеспеченностью влагой, как в почве, так и атмосферными осадками в процессе вегетации культуры приводит к значительным потерям урожая, особенно усугубляющимся при загущении посевов (таблица 7).

Между количеством осадков апреля–мая, запасами влаги в почве перед посевом и урожайностью подсолнечника, высеянного с густотой стояния 30–40 тыс. раст./га, отмечена очень тесная положительная связь ($r = 0,853–0,972$), что свидетельствует о высоком значении влагообеспеченности этого периода в формировании продуктивности культуры.

Таблица 7 – Коэффициенты корреляции урожайности подсолнечника и влагообеспеченности при различной густоте стояния растений (среднее за 2017–2019 гг.)

Густота стояния растений, тыс. шт./га	Запасы влаги в почве перед посевом	Осадки (месяц)			ГТК за вегетационный период
		апрель	май	июнь	
30	0,856**	0,929**	0,953**	0,171	0,448
40	0,853**	0,860**	0,972**	0,400	0,651
50	0,768*	0,763*	0,916**	0,499	0,718*
60	0,798**	0,787*	0,952**	0,534	0,759*
70	0,788*	0,774*	0,938**	0,531	0,752*

Примечание. * достоверно при уровне значимости $p \leq 0,05$; ** достоверно при уровне значимости $p \leq 0,01$.

Таким образом, отсутствие осадков в эти весенние месяцы может приводить к существенным потерям урожая. Однако при загущении посева до 50–70 тыс. раст./га самая тесная связь отмечена между урожайностью и количеством осадков мая, что делает их первостепенными и определяющими при возделывании культуры в посевах с такой густотой. Также здесь отмечен несколько больший положительный коэффициент корреляции ($r > 0,7$) между ГТК вегетационного периода и урожайностью, что свидетельствует о его высокой значимости в формировании урожая культуры в загущенных посевах. Это объясняется тем, что в агрофитоценозе подсолнечника конкуренция за влагу тем выше, чем больше густота стояния растений; с ее усилением ускоряется истощение почвенных запасов влаги, а значит, многократно возрастает роль последующих осадков вегетационного периода.

Выводы

В ходе исследований выявлена степень влияния запасов влаги в почве перед посевом, выпадения осадков за апрель–июнь и ГТК за вегетационный период на урожайность подсолнечника при различных сроках посева и густоте стояния растений в засушливых условиях степного Крыма за период 2017–2019 гг. Самая тесная связь отмечена между урожайностью культуры и, при раннем сроке посева (I декада апреля), количеством осадков мая (коэффициент корреляции $r = 0,932$); при посеве во II декаде апреля – количеством осадков в мае ($r = 0,977$) и запасами влаги перед посевом ($r = 0,978$); при более позднем посеве (III декада апреля) – запасами влаги перед посевом ($r = 0,892$). При оптимальной для региона густоте стояния растений (40 тыс. шт./га) между количеством осадков апреля–мая, запасами влаги в почве перед посевом и урожайностью подсолнечника отмечена очень тесная положительная связь ($r = 0,853–0,972$), что говорит о высоком значении влагообеспеченности этого периода в формировании продуктивности культуры, в то время как в загущенных посевах (50–70 тыс. шт./га) самая тесная связь отмечена между урожайностью и количеством осадков мая, что делает их первостепенными и определяющими при возделывании культуры в посевах с такой густотой, в которых конкуренция за влагу возрастает с увеличением густоты стояния растений. Наиболее тесные связи ГТК с урожайностью подсолнечника отмечены в апреле и мае ($r = 0,833–0,967$), в период, когда у растений наблюдается интенсивный рост и требуется наличие достаточного количества влаги.

Литература

1. Смирнова В. А. Опыт изучения связи урожайности подсолнечника с климатическими условиями места возделывания // Труды НИИАК. 1958. Вып. 6. С. 79–92.

2. Stöckle C. O., Donatelli M., Nelson R. CropSyst, a cropping systems simulation model // *Europ. J. Agron.* 2003. Vol. 18. P. 289–307. [Electronic resource]. Access point: http://www.isci.it/sipeaa/tools/CropSyst/CropSyst_cropping_systems_simulation_model.pdf (reference's date 19.10.2020).
3. Donatelli M., Duveiller G., Fumagalli D., Srivastava A., Zucchini A., Angileri V., Fasbender D., Loudjani P., Kay S., Juskevicius V., Toth T., Haastруп P., M'barek R., Espinosa M., Ciaian P., Niemeier S. Assessing agriculture vulnerabilities for the design of effective measures for adaptation to climate change (AVEMAC project) European Union. Luxembourg: Joint Research Centre, Publications Office of the European Union, 2012. 176 p. DOI: 10.2788/16181.
4. Donatelli M., Srivastava A. K., Duveiller G., Niemeier S., Fumagalli D. Climate change impact and potential adaptation strategies under alternate realizations of climate scenarios for three major crops in Europe // *Environ Res Lett.* 2015. Vol. 10. P. 075005. DOI: 10.1088/1748-9326/10/7/075005.
5. Tuck G., Glendining M. J., Smith P., House J. I., Wattenbach M. The potential distribution of bioenergy crops in Europe under present and future climate // *Biomass Bioenergy.* 2006. Vol. 30. P. 183–197. DOI: 10.1016/j.biombioe.2005.11.019.
6. Гидротермический коэффициент увлажнения Селянинова. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://wiki2.org/ru/Гидротермический_коэффициент_увлажнения_Селянинова (дата обращения 09.07.2020).
7. Бушнев А. С. Роль сортовых агротехник в реализации продуктивности масличных культур с учетом изменяющихся погодных-климатических условий // *Масличные культуры: научно-технический бюллетень ВНИИМК.* 2011. № 2. С. 61–67.
8. Костенкова Е. В., Бушнев А. С., Василько В. П. Особенности возделывания подсолнечника в условиях центральной степи Республики Крым // *Таврический вестник аграрной науки.* 2019. № 2 (18). С. 60–69. DOI: 10.30914/2411-9687-2018-4-4-65-71.
9. Петрова Л. В., Платонова А. З. Изучение методом корреляции основных хозяйственно ценных признаков в селекции овса посевного (*Avena sativa* L.) // *Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки».* 2018. № 4 (16). С. 65–72. DOI: 10.30914/2411-9687-2018-4-4-65-71.
10. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М: Агропромиздат, 1985. 351 с.
11. Лукомец В. М., Тишков Н. М., Баранов В. Ф., Пивень В. Т., Шуляк И. И., Уго Т. К. Методика проведения полевых агротехнических опытов с масличными культурами // Под ред. Лукомца В. М. Краснодар: Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур им. В. С. Пустовойта, 2010. 327 с.
12. Ткалич И. Д., Ткалич Ю. И., Рычик С. Г. Цветок солнца (основы биологии и агротехники подсолнечника). Днепропетровск: Новая идеология, 2011. 172 с.

References

1. Smirnova V. A. Experience of studying the relationship of sunflower yield with climatic conditions of the place of cultivation // *Trudy NIIAK.* 1958. Iss. 6. P. 79–92.
2. Stöckle C. O., Donatelli M., Nelson R. CropSyst, a cropping systems simulation model // *Europ. J. Agron.* 2003. Vol. 18. P. 289–307. [Electronic resource]. Access point: http://www.isci.it/sipeaa/tools/CropSyst/CropSyst_cropping_systems_simulation_model.pdf (reference's date 19.10.2020).
3. Donatelli M., Duveiller G., Fumagalli D., Srivastava A., Zucchini A., Angileri V., Fasbender D., Loudjani P., Kay S., Juskevicius V., Toth T., Haastруп P., M'barek R., Espinosa M., Ciaian P., Niemeier S. Assessing agriculture vulnerabilities for the design of effective measures for adaptation to climate change (AVEMAC project) European Union. Luxembourg: Joint Research Centre, Publications Office of the European Union, 2012. 176 p. DOI: 10.2788/16181.
4. Donatelli M., Srivastava A. K., Duveiller G., Niemeier S., Fumagalli D. Climate change impact and potential adaptation strategies under alternate realizations of climate scenarios for three major crops in Europe // *Environ Res Lett.* 2015. Vol. 10. P. 075005. DOI: 10.1088/1748-9326/10/7/075005.
5. Tuck G., Glendining M. J., Smith P., House J. I., Wattenbach M. The potential distribution of bioenergy crops in Europe under present and future climate // *Biomass Bioenergy.* 2006. Vol. 30. P. 183–197. DOI: 10.1016/j.biombioe.2005.11.019.
6. Selyaninov hydrothermal coefficient of moisture. [Electronic resource]. Access point: https://wiki2.org/ru/Гидротермический_коэффициент_увлажнения_Селянинова (reference's date 09.07.2020).
7. Bushnev A. S. The role of varietal crop management in realization of oil crops productivity in the view of weather and climate changing conditions// *Oil Crops. Scientific and technical bulletin of All-Russia Research Institute of Oil Crops by the name of Pustovoit V. S.* 2011. Vol. 2 (148-149). P. 61–67.
8. Kostenkova E. V., Bushnev A. S., Vasilko V. P. Sunflower cultivation under conditions of the central steppe of the republic of Crimea // *Taurida Herald of the Agrarian Science.* 2019. No. 2 (18). P. 60–69. DOI: 10.33952/2542-0720-2019-2-18-60-68.
9. Petrova L. V., Platonova A. Z. The study using correlation method of the main economically valuable traits in oats (*Avena sativa* L.) selection in the conditions of Central Yakutia // *Vestnik of the Mari*

State University. Chapter "Agriculture. Economics". 2018. No. 4 (16). P. 65–71. DOI: 10.30914/2411-9687-2018-4-4-65-71.

10. Dospelkov B. A. Methods of field research. Moscow: Agropromizdat, 1985. 351 p.

11. Lukomets V. M., Tishkov N. M., Baranov V. F., Piven V. T., Shuliak I. I., Ugo T. K. Methodology of field agricultural experiments with oil crops // Ed. by Lukomets V. M. Krasnodar: All-Russian Research Institute of Oil Crops by V. S. Pustovoit (VNIIMK), 2010. 327 p.

12. Tkalic I. D., Tkalic Yu. I., Rychik S. G. Flower of the sun (fundamentals of biology and agricultural technology of sunflower). Dnepropetrovsk: Novaya ideologiya, 2011. 172 p.

UDC 633.854.78

Kostenkova E. V., Bushnev A. S.

INFLUENCE OF MOISTURE AVAILABILITY ON *HELIANTHUS ANNUUS* L. YIELD IN DRY CONDITIONS OF THE CRIMEAN PENINSULA

Summary. *The Crimean Peninsula is located in the dry zone. In the steppe Crimea, which is the driest part of the peninsula, the major limiting factor for crop productivity is the natural moisture supply of plants. The purpose of the research was to establish the relationships between hydrometeorological factors (moisture reserves in the soil before sowing, precipitation amount and Selyaninov hydrothermal coefficient during the growing season) and sunflower yield depending on planting dates (I, II, III decade of April) and plant density (30, 40, 50, 60, 70 thousand units per hectare). The studies were carried out on the trial fields of the Research Institute of Agriculture of Crimea (village of Klepinino) in 2017–2019 using hybrid of ultra-early sunflower 'Avangard'. The laying of field experiments, accounting, analyzes and statistical processing of data were carried out according to the methods of field research and methodology of field agricultural experiments with oil crops. A strong correlation was observed: 1) between yield and precipitation amount in May ($r = 0.977$) and moisture reserves before sowing ($r = 0.978$), planting dates – the first decade of April; 2) between precipitation amount in May ($r = 0.932$) and moisture reserves before sowing ($r = 0.977–0.978$), sunflower was sown in the second decade of April; 3) moisture before sowing ($r = 0.892$), crop planted in the third decade of April. A close positive relationship ($r = 0.853–0.972$) was observed at the optimal plant density for the region (40 thousand units/ha) between the amount of precipitation in April–May, moisture reserves in the soil before sowing and yield of sunflower. This indicates a high value of moisture availability during this period in the crop yield formation. In denser crops (50–70 thousand units/ha), the closest relationship is observed between the yield and the amount of precipitation in May. This makes the latter primary and decisive in the cultivation of crops with such a density since the competition for moisture increases with an increase in the number of plants per unit area. The closest relationship between the Selyaninov hydrothermal coefficient and sunflower yield was observed in April and May ($r = 0.833–0.967$) when plants grow more intensively and require sufficient moisture.*

Keywords: *sunflower (*Helianthus annuus* L.), yield, precipitation of the growing season, moisture reserves in the soil before sowing, correlation.*

Костенкова Евгения Владимировна, научный сотрудник лаборатории исследований технологических приемов в животноводстве и растениеводстве, отдел полевых культур, ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»; 295453, Россия, Республика Крым, г. Симферополь, ул. Киевская, 150; e-mail: evgenya.kostenkova@yandex.ru.

Бушнев Александр Сергеевич, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, ведущий научный сотрудник, заведующий агротехнологическим отделом, заведующий лабораторией агротехники, ФГБНУ «Федеральный научный центр «Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур имени В. С. Пустовойта»; 350038, г. Краснодар, ул. Филатова, 17; e-mail: vniimk-agro@mail.ru.

Kostenkova Evgenia Vladimirovna, researcher of the Laboratory of technological methods in animal husbandry and crop production research, Field Crop Department, FSBSI "Research Institute of Agriculture of Crimea"; 150, Kievskaya str., Simferopol, Republic of Crimea, 295493, Russia; e-mail: evgenya.kostenkova@yandex.ru.

Bushnev Aleksandr Sergeevich, Cand. Sc. (Agr.), docent, leading researcher, head of the Department of crop management, head of the Laboratory of agrotechnology, FSBSI "Federal scientific center "All-Russian Research Institute of Oil crops by V. S. Pustovoit"" (VNIIMK); 17, Filatova str., Krasnodar, 350038, Russia; e-mail: vniimk-agro@mail.ru.

Дата поступления в редакцию – 27.06.2020.

Дата принятия к печати – 01.09.2020