

## **Structure of Sown Areas and its Significance in the Steppe Zone of Ukraine**

**Stanislav Holoborodko<sup>1</sup>, Oleksandr Dymov<sup>2</sup>**

**Abstract:** The way of transformation of old-age natural grasslands of the southern Steppe into anthropogenic agricultural landscapes is shown, which led to a significant change in the structure of land use in Ukraine. Due to a significant decrease in the acreage of forage crops in recent years, there has been an increase in the acreage of corn, sunflower, soybean and winter rape, that is, cereals and industrial crops that are in demand on the world market. Prerequisites that did not contribute to the intensive development of agriculture in the southern part of the Steppe zone at the end of the XX and early XXI centuries are associated with extremely high plowing of existing agricultural landscapes and their degradation. The return to no science-based farming systems, while reducing the area of natural steppe landscapes, has led to the creation of an unstable state of agricultural lands. This is also due to the negative impact of regional climate change. The systematic expansion of arable land was the beginning of a significant anthropogenic impact on existing agricultural landscapes. Therefore, the prerequisites created over the past two centuries for the intensive development of crop production, horticulture and viticulture have led to the formation of anthropogenic agricultural landscapes. The main direction of scientific and economic activity of agricultural enterprises in the southern region should be to optimize the structure of sown areas with optimal participation of perennial grasses. This will help to strengthen the feed base for livestock, reduce the mineralization of humus in the soils and improve their physical and physico-chemical properties, first of all, a significant increase in the content of carbon and mineral and easily hydrolyzable nitrogen compounds and increase crop yields. Weather and climatic conditions of the Steppe zone indicate a significant instability of natural humidification and the growth of evaporation and lack of moisture supply, especially in mid-dry and dry on precipitation years. Therefore, the development and implementation of landscape and ecological farming systems in the southern region will contribute to ensuring food security in Ukraine.

**Keywords:** agriculture; agricultural landscapes; yield; winter wheat; corn; sunflower; fertilizers; cattle breeding

---

<sup>1</sup> PhD, Doctor of Agricultural Science, Professor, Izmail State University of Humanities, Ukraine, Address: Repina St, 12, Izmail, Odessa Region, Ukraine, 68601, Tel.: +38 (04841)51388, Corresponding author: goloborodko1939@gmail.com.

<sup>2</sup> PhD in Agriculture, Senior Researcher, Institute of Irrigated Agriculture of NAAS, Ukraine, Address: settlement Naddnipyanske, Kherson, Ukraine, 73483, Tel.: +38 (099)3676500, E-mail: lksndrdymov@gmail.com.

## Введение

Структура землепользования степной зоны Украины на протяжении XVIII–XX веков испытывала ряд существенных изменений и определялась развитием производительных сил и правовых и производственных отношений того времени. После создания в 1802 году Таврической губернии на огромных территориях южной Степи устойчивое развитие получило тонкорунное овцеводство. Имея высокую обеспеченность кормами для его содержания, Россия по производству тонкорунной шерсти на мировом рынке указанного периода занимала первое место. В 1860 году ее производство достигало 226,5 тыс. тонн, в то время как Великобритания производила 63,4 тыс. тонн, США – 49,8; Австралия – 27,2 и Аргентина – 19,5 тыс. тонн (*Historical development of agriculture*).

Source: генерального межевания, точного определения границ земельных владений: крестьянских общин, городов, церквей, отдельных граждан и других собственников земли, которое было начато в 1766 году и завершено в середине XIX века, степная зона Украины состояла из трех губерний: Екатеринославской, Херсонской и Таврической общей площадью 19485 тыс. га. Согласно учета поземельной статистики конца XVIII века (1796 г.) сенокосы и пастбища занимали 10876,0 тыс. га (55,8%) к общей площади земельных угодий, соответственно, леса – 583,0 (3,0) и 6061,0 тыс. га (31,1%) – малопродуктивные или непригодные земли. Пахотная земля на огромных просторах Степного края занимала лишь 1965,0 тыс. га (10,1%).

Начиная с середины XIX века, структура землепользования южной Степи Украины претерпела существенные изменения, что обусловлено большим спросом развитых стран Европы на зерновые культуры и падением на мировом рынке цен на тонкорунную шерсть, поскольку ее производство значительно выросло в Австралии, Аргентине и ряде провинций южной Африки (ныне ЮАР). В 1868 г. сенокосы и пастбища, к общей площади земельных угодий, уменьшились до 8737,0 тыс. га (44,8%), соответственно, леса – 502,0 (2,6) и непригодные земли – до 3922,0 тыс. га (20,1%). Общая площадь пахотной земли в трех указанных губерниях в то время не превышала 6324,0 тыс. га (32,5%), то есть земледелие степной зоны Украины в историческом аспекте начинало только зарождаться, а потому было еще крайне отсталой отраслью народного хозяйства края (табл. 1) (*The distribution of land*).

**Table 1. Распределение земельных угодий степной зоны Украины в XVIII–XIX веках (Source: поземельной статистики)**

Губерния	Общая площадь, тыс. га	Пашня		Сенокосы и пастбища		Лес		Непригодные земли	
		тыс. га	%	тыс. га	%	тыс. га	%	тыс. га	%
1796 год									
Екатеринославская	6340	1021	16,1	1800	28,4	108	1,7	3411	53,8
Херсонская	7128	763	10,7	5153	72,3	114	1,6	1098	15,4
Таврическая	6017	181	3,0	3923	65,2	361	6,0	1552	25,8
<b>Всего</b>	<b>19485</b>	<b>1965</b>	<b>10,1</b>	<b>10876</b>	<b>55,8</b>	<b>583</b>	<b>3,0</b>	<b>6061</b>	<b>31,1</b>
1868 год									
Екатеринославская	6340	2041	32,2	2980	47,0	89	1,4	1230	19,4
Херсонская	7128	3200	44,9	2737	38,4	100	1,4	1091	15,3
Таврическая	6017	1083	18,0	3020	50,2	313	5,2	1601	26,6
<b>Всего</b>	<b>19485</b>	<b>6324</b>	<b>32,5</b>	<b>8737</b>	<b>44,8</b>	<b>502</b>	<b>2,6</b>	<b>3922</b>	<b>20,1</b>
1887 год									
Екатеринославская	6340	4343	68,5	1471	23,2	133	2,1	393	6,2
Херсонская	7128	5531	77,6	1205	16,9	86	1,2	306	4,3
Таврическая	6017	3821	63,5	1408	23,4	289	4,8	499	8,3
<b>Всего</b>	<b>19485</b>	<b>13695</b>	<b>70,3</b>	<b>4084</b>	<b>21,0</b>	<b>508</b>	<b>2,6</b>	<b>1198</b>	<b>6,1</b>

Если в структуре сельскохозяйственных угодий площадь сенокосов и пастбищ в 1868 году в бывшей Екатеринославской губернии составляла 47,0%, а пахотной земли было лишь 32,2%, соответственно, Херсонской – 38,4 и 44,9 и Таврической – 50,2% и 18,0%, то в конце XIX века – в 1887 году, наоборот, площадь пашни в структуре сельскохозяйственных угодий указанных трех губерний возросла до 70,3% (13695 тыс. га), а площадь сенокосов и пастбищ уменьшилась до 21,0%. При этом, из-за значительного расширения посевных площадей зерновых культур в начале XX века, развитие тонкорунного овцеводства в степной зоне Украины почти совсем приходит в упадок.

Преобразование старовозрастных естественных ковыльно-типчаковых степных ландшафтов южной Степи в антропогенные сельскохозяйственные

агроландшафты привело к существенному изменению структуры землепользования в Украине, отрицательные последствия которого невозможно было предугадать как в прошлом, так и полностью ликвидировать их в современных условиях хозяйствования.

Предпосылки, которые в конце XX и начале XXI веков недостаточно способствовали интенсивному развитию сельского хозяйства в южной части зоны Степи, связаны, прежде всего, с крайне высокой распашкой существующих агроландшафтов и их деградацией. Возвращение к научно обоснованным системам земледелия, при сокращении огромных площадей естественных степных ландшафтов, в настоящее время привело к созданию неустойчивого состояния сельскохозяйственных угодий, что связано с негативным влиянием регионального изменения климата в целом. Систематическое расширение пахотных земель в Украине, в том числе и в середине XX века, стало началом существенного антропогенного влияния на существующие сельскохозяйственные ландшафты. Поэтому созданные на протяжении последних двух веков предпосылки для интенсивного развития отрасли растениеводства, а также садоводства и виноградарства в связи с интенсивной распашкой сельскохозяйственных угодий привели к формированию антропогенных агроландшафтов.

**Анализ последних исследований и публикаций.** Исследованию теоретико-методологических и практических аспектов рационального использования и охраны земельных ресурсов в условиях рыночной экономики в Украине в течение последних лет занимались ученые: Н.В. Андришин, С.Ю. Булыгин, А.П. Вервейко, А.О. Варламов, С.М. Волков, Ф. Вох, Д.И. Гнаткович, В.В. Горлачук, Г.Д. Гуцуляк, Д.С. Добряк, М.В. Дроздяк, П.П. Данн, И.П. Здоровцов, В.М. Кривов, О.М. Каштанов, М.И. Лопирев, Я.И. Лютый, И.Р. Михасюк, М.А. Мицай, Л.Я. Новаковский, С.И. Носов, И.А. Розумный, А.Я. Сохнич, М.Г. Ступень, Т. Стучинский, А.Г. Тарарико, В.М. Трегобчук, А.Н. Третьяк, В.П. Троицкий, С. Харасимович, А. Хопфер, Г.И. Швебс, Я. Ядчишин и другие. При использовании ландшафтно-экологического подхода по совершенствованию сельскохозяйственного землепользования ученые рекомендуют значительно больше внимания уделять процессам и механизмам самоорганизации ландшафтных систем в пространстве и времени. При этом при обосновании функционирования оптимизированных агроландшафтов необходимо привлекать значительно больше факторов, которые непосредственно влияют на продукционные, адаптивно-ценотические и

почвенно-экологические процессы в существующих агроландшафтах (Kazmir, Stoiko, Drozdiak et al., 2009).

**Цель статьи** – проанализировать в динамике процесс использования земель сельскохозяйственного назначения в Украине и в подзоне южной Степи; обосновать научные и практические начала формирования урожая основных сельскохозяйственных культур в условиях регионального изменения климата; определить направления повышения продуктивности сельскохозяйственных культур при эффективном использовании земельных ресурсов и энергосберегающих технологий их выращивания на неполивных землях южной Степи Украины.

**Материалы и методика исследований.** При написании статьи использованы данные Государственной службы статистики Украины, показатели агрометеорологической станции г. Херсон и результаты собственных исследований авторов. Роль научного обеспечения повышения продуктивности сельскохозяйственных культур определена на основании анализа и синтеза, а также абстрактно–логического подхода. Эмпирические исследования процесса повышения урожаев основных сельскохозяйственных культур проведены с помощью методов сравнительного, системного и графического анализа.

**Результаты исследований.** В эффективном развитии сельского хозяйства важную роль играют зерновые, зернобобовые и технические культуры и, прежде всего, озимая пшеница, которая является основной продовольственной культурой всех стран мира. Согласно Комплексной отраслевой программы “Развитие зернопроизводства в Украине” посевные площади зерновых культур в 2008–2015 гг. планировалось довести до 14,5–15,0 млн га, в том числе озимой пшеницы – 5,5–6,0 млн га, озимой ржи – 0,6–0,7; кукурузы – 2,0–2,2; ярового ячменя – 3,2–3,5 млн га. При этом в полевых севооборотах зерновые культуры в хозяйствах степной зоны должны были занимать 55–60% к общей площади пашни. При таких условиях производство зерна при урожайности 3,6–3,7 т/га в 2015–2016 гг. должно было составить 50 млн тонн (*Comprehensive industry program; Main economic indicators; State statistics service*).

Однако новые этапы реформирования и развития земельных и социально–экономических отношений на селе, с обретением политической независимости не решили проблему устойчивого развития отрасли земледелия, а наоборот, значительно ее усугубили. Успешное решение данной проблемы возможно

лишь при высокоразвитом агропромышленном комплексе, разработке и внедрении наименее энергозатратных ландшафтно-экологических систем земледелия с учетом влияния регионального изменения климата.

В настоящее время общая площадь земельных ресурсов зоны Степи достигает 25019,8 тыс. га, в том числе 19131,1 сельскохозяйственных угодий, из них 15528,7 тыс. га пахотных земель. Согласно исследованиям С.А. Балюка и др. распаханность сельскохозяйственных угодий в Украине в начале XXI века стала достигать самых высоких показателей в мире: Херсонская область – 90,2%, Кировоградская – 86,4; Запорожская – 84,8; Николаевская – 84,5; Днепропетровская – 84,5; Донецкая – 81,0; Одесская – 79,7 и Луганская область – 66,4% (Baliuk, Medvediev, Tarariko et al., 2011, pp. 41–69) (табл. 2).

**Table 2. Сельскохозяйственное использование земельных ресурсов зоны Степи (Baliuk, Medvediev, Tarariko et al., 2011)**

Области	Всего земли	В том числе		Распаханность, %
		с.-х. угодий	из них пашни	
АР Крым	2694,5	1798,4	1265,6	70,4
Кировоградская	2458,8	2039,9	1762,4	86,4
Днепропетровская	3192,3	2514,3	2125,0	84,5
Запорожская	2718,3	2247,7	1906,7	84,8
Одесская	3331,3	2593,4	2067,6	79,7
Николаевская	2458,5	2010,0	1698,1	84,5
Херсонская	2846,1	1971,1	1777,6	90,2
Донецкая	2651,7	2045,2	1656,0	81,0
Луганская	2668,3	1911,1	1269,7	66,4
<b>Всего</b>	<b>25019,8</b>	<b>19131,1</b>	<b>15528,7</b>	<b>81,2</b>

Последствия указанных изменений оказались крайне неблагоприятными для развития сельского хозяйства почти всех областей южной Степи Украины, что связано как с высокой распаханностью агроландшафтов, так и с нарушением структуры посевных площадей выращиваемых сельскохозяйственных культур. Исследованиями, проведенными в засушливых регионах Поволжья Российской Федерации, установлено, что распаханность территории, которая превышает экологически допустимые пределы, существенно способствует усилению процессов деградации почв, ухудшению гидрологического режима водосборных бассейнов, снижению способности агроландшафтов к их саморегуляции, уменьшению формирования высокой продуктивности

выращиваемых сельскохозяйственных культур (Trofimov & Trofimova, 2002, pp. 277–287). Главным фактором, обеспечивающим в развитых странах мира устойчивое развитие агроэкологических систем, как и биосферы в целом, является оптимальное соотношение пашни к общей площади сельскохозяйственных угодий. Source: FAO (*FAO Statistical Yearbook*) отношение пахотных земель, к площади сельскохозяйственных угодий, в Республике Казахстан составляет 10,1%; США – 43,5; Италии – 53,6; России – 56,1; Франции – 59,5; Канаде – 61,9; Румынии – 63,5; Германии – 66,9; Польши – 76,5 и в Украине – 79,7% (табл. 3).

**Table 3. Площадь сельскохозяйственных угодий в отдельных странах мира, млн га (*FAO Statistical Yearbook*)**

Страны	Сельскохозяйственные угодья, млн га	В т.ч. сенокосы и пастбища		В т.ч. пашня	
		площадь	в % к с.-х. угодьям	площадь	в % к с.-х. угодьям
Казахстан	222,6	182,2	81,8	22,5	10,1
США	426,9	239,2	56,0	185,7	43,5
Италия	16,8	4,9	29,2	9,0	53,6
Россия	221,0	91,1	41,2	123,9	56,1
Франция	30,4	11,1	36,5	18,1	59,5
Канада	73,4	27,9	38,0	45,4	61,9
Румыния	14,8	4,8	32,4	9,4	63,5
Германия	17,2	5,2	30,2	11,5	66,9
Польша	18,7	4,0	21,4	14,3	76,5
<b>Украина</b>	<b>41,9</b>	<b>7,5</b>	<b>17,9</b>	<b>33,4</b>	<b>79,7</b>

Структура землепользования в большинстве стран мира оптимизирована, поскольку до 40,0–50,0% земель занимают природоохранные ландшафты, то есть луга и леса. Наиболее ярким примером неэффективного использования земельных ресурсов в южной части зоны Степи, как и в Украине в целом, может служить существующая структура посевных площадей, сложившаяся в течение последних 30 лет.

Source: государственного земельного учета, проведенного в 1990 году, в Украине насчитывалось 60,3 млн га земель всех категорий, в том числе сельскохозяйственных угодий 41,8 млн га, пашни – 33,4; сенокосов и пастбищ – 7,5; лесов – 10,4 млн га (*Structure, dynamics and distribution*). При интенсивном ведении сельскохозяйственного производства зерновые и

зернобобовые культуры в структуре посевной площади занимали 14583,0 тыс. га (45,26%); технические – 3751,0 (11,65); картофель и овоще-бахчевые – 1885,0 (5,85) и кормовые культуры – 11999,0 тыс. га (37,24 %) (табл. 4).

**Table 4. Структура посевных площадей сельскохозяйственных культур в Украине (Source: Государственной службы статистики Украины)**

Показатели	1990 г.		2019 г.*	
	тыс. га	%	тыс. га	%
Посевная площадь с.-х. культур, в т.ч.	32218,0	100,00	27688,0	100,00
<b>1. Зерновые и зернобобовые культуры</b>	<b>14583,0</b>	<b>45,26</b>	<b>14843,0</b>	<b>53,61</b>
в т.ч.: пшеница озимая и яровая	5480,0	17,01	6644,0	24,00
кукуруза	1200,0	3,72	4625,0	16,70
ячмень озимый и яровой	3003,0	9,32	2443,0	8,82
другие зерновые и зернобобовые	4900,0	15,21	1131,0	4,09
<b>2. Технические культуры</b>	<b>3751,0</b>	<b>11,65</b>	<b>9320,0</b>	<b>33,66</b>
в т.ч. подсолнечник	1636,0	5,08	5809,0	20,98
сахарная свекла	1607,0	4,99	261,0	0,94
соя	93,0	0,29	1823,0	6,58
рапс озимый и яровой	90,0	0,28	1120,0	4,05
другие технические	508,0	1,58	307,0	1,11
<b>3. Картофель и овоще-бахчевые</b>	<b>1885,0</b>	<b>5,85</b>	<b>1743,0</b>	<b>6,29</b>
<b>4. Кормовые культуры</b>	<b>11999,0</b>	<b>37,24</b>	<b>1782,0</b>	<b>6,44</b>

\*Note: Без учета временно оккупированной территории АР Крым, г. Севастополя и части земель в зоне проведения операции объединенных сил

В 2019 г. общая посевная площадь сельскохозяйственных культур в Украине составляла 27688,0 тыс. га, в том числе зерновые и зернобобовые культуры занимали 14843,0 тыс. га (53,61%), из них пшеница озимая и яровая – 6644,0 (24,00); ячмень озимый и яровой – 2443,0 (8,82); кукуруза – 4625,0 (16,70) и другие зерновые и зернобобовые культуры – 1131,0 тыс. га (4,09 %). Из технических культур наибольшую посевную площадь стали занимать подсолнечник – 5809,0 тыс. га (20,98%), соя – 1823,0 (6,58%) и рапс озимый и яровой – 1120,0 тыс. га (4,05%). По сравнению с 1990 г. посевные площади кормовых культур, согласно данным Государственной службы статистики Украины, существенно уменьшились. Если общая площадь кормовых культур в 1990 году во всех категориях хозяйств достигала 11999,0 тыс. га (37,24%), то в 2019 году посевные площади их составляли лишь 1782,0 тыс. га, или сократились на 10217,0 тыс. га (85,1%). За счет существенного уменьшения



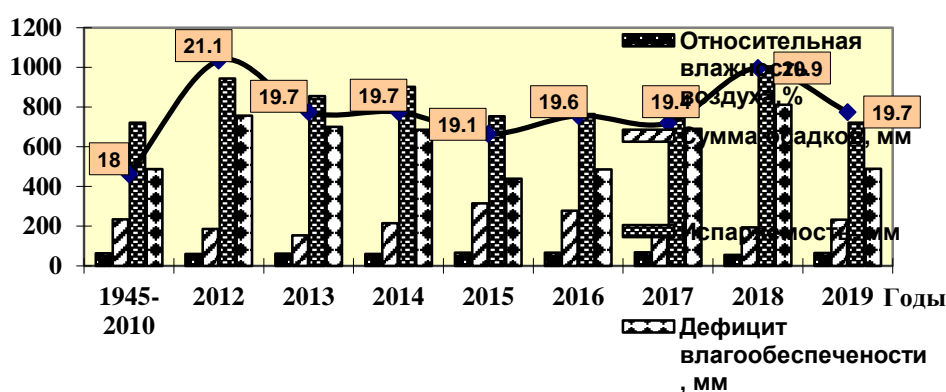
посевной площади кормовых культур в течение последних лет в Украине происходило существенное увеличение посевных площадей кукурузы, подсолнечника, сои и озимого рапса, то есть зерновых и технических культур, которые пользуются спросом на мировом рынке. Животноводческая отрасль стала главным источником доходов лишь в 9,5% сельхозпредприятий и в 7,3% фермерских хозяйств.

Основным направлением увеличения производства зерновых и технических культур в хозяйствах всех категорий, в принятых полевых севооборотах подзоны южной Степи, в современных условиях хозяйствования являются интенсивные системы земледелия. Главными факторами, способствующими созданию и эффективному функционированию существующих в настоящее время систем земледелия, являются: количество пахотной земли, которая обрабатывается; наличие в структуре посевных площадей бобовых многолетних трав и их продуктивность; обеспеченность основными средствами производства и трудовыми ресурсами, а также погодные условия каждого года, в течение которого выращиваются сельскохозяйственные культуры в регионе.

Исходя из этого, еще в начале XX века выдающийся ученый- почвовед В. В. Докучаев установил, что при интенсивном использовании пахотных земель должно существовать оптимизированное соотношение между составными частями сельскохозяйственных угодий (Dokuchaiev, V.V., 1936). Как свидетельствуют исследования того времени, площадь многолетних трав, в общей площади пашни, должна составлять 20–25%, а площадь лесополос – 2,5–3,0%. Более поздними научными работами Украинского проектного института по землеустройству “Укрземпроект” установлено оптимальное соотношение сельскохозяйственных угодий в зоне Степи: пашня – 55–60%, пастбища и сенокосы – 22–23%, многолетние насаждения и лесополосы – 7,0–8,0%, рекреационные зоны и водные объекты – до 6,0%. В зависимости от степени распределенности территории и бонитета почв указанные соотношения могут несколько изменяться, что существенно зависит от погодных условий, складывающихся в каждом регионе.

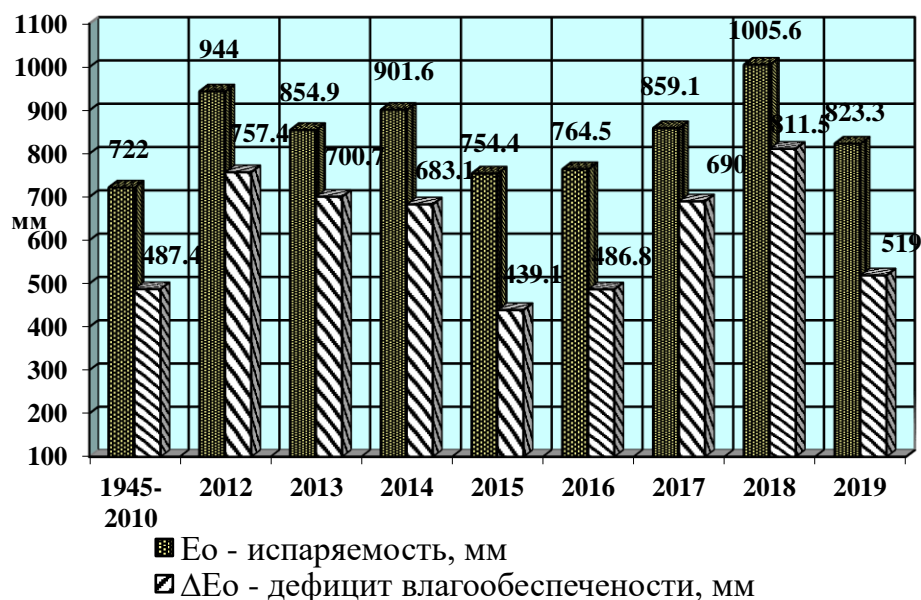
Анализ среднесуточной температуры воздуха, проведенный в течение вегетационного периода сельскохозяйственных культур за последние 70 лет в южной части зоны Степи, свидетельствует, что в течение 2012–2019 гг., в сравнении со средней многолетней за 65 лет (1945–2010 гг.), она была существенно разной. Повышение средней температуры воздуха в течение

вегетационного периода 2012–2019 гг., при одновременно недостаточном количестве атмосферных осадков, по сравнению с 1945–2010 гг., приводило к увеличению испаряемости. Согласно наблюдений агрометеорологической станции г. Херсон наибольшее повышение среднемесячной температуры воздуха происходило в сухие (95%) по обеспеченности осадками 2012 и 2018 гг. При средней температуре воздуха в сухом (95%) по обеспеченности 2012 году, равной  $21,1^{\circ}\text{C}$ , и относительной влажности воздуха 60% в течение вегетационного периода потенциальное испарение возрастало до 944,0 мм, а дефицит влагообеспеченности достигал 757,4 мм (Figure 1).



**Figure 1.** Гидротермические показатели вегетационных периодов (апрель–сентябрь) сельскохозяйственных культур в южной части зоны Степи (Source: метеорологической станции г. Херсон)

Как свидетельствуют исследования, повышение среднемесячной температуры воздуха происходило весной, летом и осенью. В весенние месяцы (III–V) температура воздуха, по сравнению со средней многолетней за 65 лет (1945–2010 гг.), была выше на  $2,7^{\circ}\text{C}$ , или на 28,4%, соответственно, летние (VI–VIII) –  $2,8^{\circ}\text{C}$ , то есть на 12,9%, и осенние (IX–XI) – на  $3,3^{\circ}\text{C}$ , или 32,3%. Одновременно с повышением температуры воздуха в летний период года существенно возрастала и продолжительность температуры воздуха выше  $30^{\circ}\text{C}$ . При этом повышение среднемесячной температуры воздуха в течение вегетационного периода 2012–2019 гг. на  $1,7$ – $2,1^{\circ}\text{C}$ , по сравнению со средними многолетними показателями за 65 лет (1945–2010 гг.), свидетельствует о существенном изменении водного режима в южной части зоны Степи (Figure 2).



**Figure 2.** Испаряемость ( $E_o$ ) и дефицит влагообеспеченности ( $\Delta E_o$ ) в течение вегетационного периода 2012–2019 гг. (IV–IX месяцы) сельскохозяйственных культур в южной Степи (Source: агрометеорологической станции г. Херсон)

Величины испаряемость и дефицит влагообеспечения в течение вегетационного периода в 2012–2019 гг. существенно изменялись и зависели от среднемесячной температуры и относительной влажности воздуха, а также количества атмосферных осадков, которые выпадали в течение вегетационного периода сельскохозяйственных культур.

В среднем за 65 лет наблюдений (1945–2010 гг.) испаряемость, рассчитанная по Н. Н. Иванову (*Ivanov, N.N.*, 1962, Рр. 65–70), не превышала 722,0 мм, соответственно, дефицит влагообеспечения – 487,4 мм. Во влажные (5%) по обеспеченности осадками годы испаряемость снижалась до 608,6 мм, а дефицит влагообеспечения – до 243,6 мм. В средневлажные (25%) и средние (50%) по обеспеченности осадками годы испаряемость возрастала до 645,7–746,3 мм, а дефицит влагообеспечения – соответственно до 406,7–507,7 мм.

Фактическое количество атмосферных осадков, которые выпадали в течение последних лет, свидетельствует о нестабильности поступления естественной влаги в подзоне южной Степи, в результате чего происходит постепенная смена существующих агроландшафтов, что негативно сказывается на продуктивности растений, которые выращиваются. Как следствие, особенно в

последние годы XXI века, почти через каждые 3–4 года стало расти проявление среднесухих (75%) и сухих (95%) по обеспеченности осадками лет, дефицит влагообеспечения в которые возрастает соответственно до 500–550 мм и 650–680 мм.

Количество осадков, выпадавших в зимний период (декабрь–февраль) в среднем за 65 лет наблюдений (1945–2010 гг.), не превышало 93,0 мм (22,4%), соответственно, в весенний (март–май) – 93,7 (22,5%); летний (июнь–август) – 126,3 (30,4%) и осенний (сентябрь–ноябрь) – 102,7 мм (24,7%). Всего за указанные времена года выпало 415,7 мм, в том числе за вегетационный период (апрель–сентябрь) – 232,6 мм.

В сухом (95%) по обеспеченности осадками 2018 году в течение зимы выпало 113,7 мм (27,8%), соответственно, весной – 98,3 (24,0%), летом – 113,9 мм (27,8%) и осенью – 83,5 мм (20,4%), всего – 409,4 мм, из которых 194,1 мм выпало за вегетационный период люцерны (апрель–сентябрь) (Figure 3).

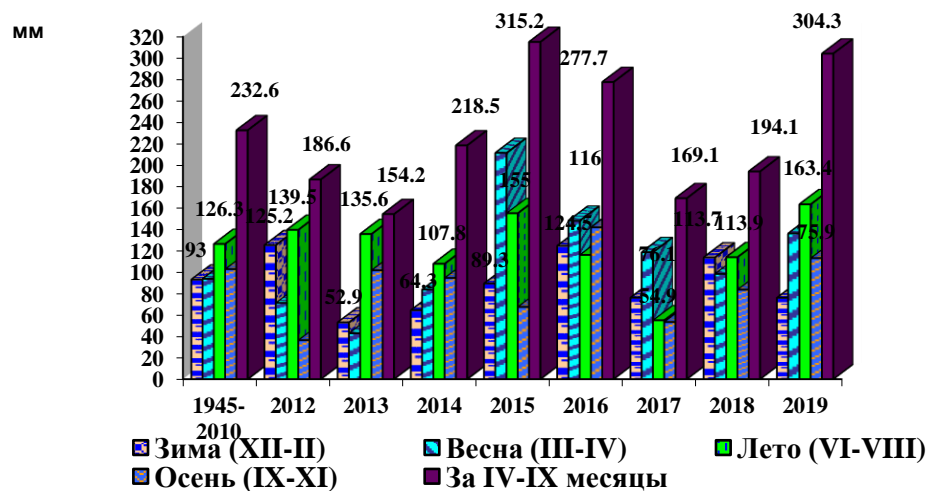


Figure 3. Количество атмосферных осадков по сезонам года и на протяжении вегетационного периода (апрель–сентябрь) в южной Степи Украины (Source: агрометеорологической станции г. Херсон)

При этом уменьшение количества атмосферных осадков в сухом (95%) по обеспеченности осадками 2018 г. наблюдалось только в течение летнего и осеннего периодов вегетации сельскохозяйственных культур. Однако, наряду с несколько меньшим количеством атмосферных осадков, выпадавших в сухие (95%) по обеспеченности осадками годы, происходило существенное

повышение среднесуточной температуры и снижение относительной влажности воздуха, в результате чего происходило возрастание испаряемости к 279,0 мм (38,4%) и дефицита влагообеспечения – до 317,5 мм (64,3%).

Отличительной особенностью засух, которые наблюдались на протяжении последних лет, стало также то, что они охватывали огромную территорию Одесской, Николаевской, Херсонской и Запорожской областей, степную часть АР Крым, а также значительную территорию северной Степи и южных областей зоны Лесостепи Украины, которые ранее относились к зоне достаточного увлажнения. В большинстве указанных областей подзоны южной Степи региональное изменение климата, наряду с проявлением засух и суховеев, стало проявляться появлением наводнений, сокращением продолжительности зимних периодов, а сами зимы становятся менее холодными.

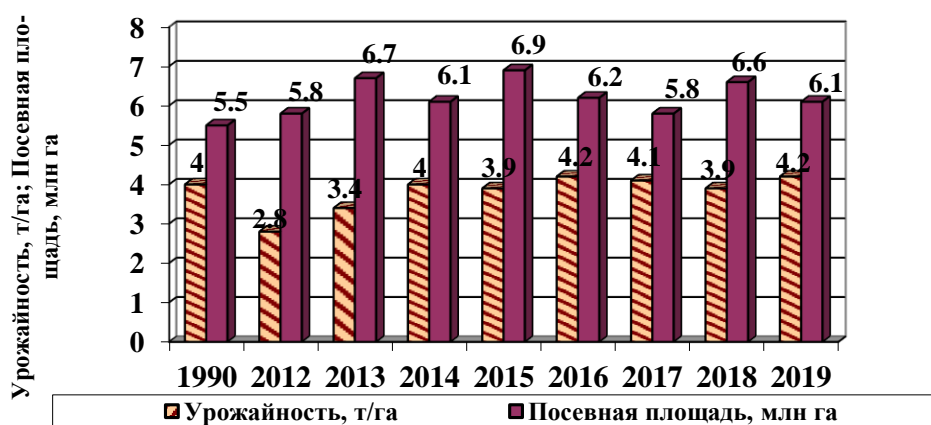
При экстремальных погодных условиях стали одновременно проявляться почвенная и воздушная засухи, что приводило к существенному снижению запасов продуктивной влаги в метровом слое почвы и существенно влияло на урожайность озимой пшеницы во всех областях южной части зоны Степи. Так, в течение весенне–летнего периода вегетации озимой пшеницы в 2012 году при количестве осадков, равном 65,6 мм, также наблюдался существенный дефицит влагообеспечения, вследствие чего формировался крайне низкий урожай пшеницы озимой, а иногда он и полностью погибал (Figure 4).



**Figure 4. Посевы пшеницы озимой на неполивных землях ГП «Опытное хозяйство «Копани» Института орошаемого земледелия НААН в условиях воздушной и почвенной засух в 2012 году**

Неудовлетворительное экологическое состояние сельскохозяйственных угодий, которое наблюдается в течение последних лет в подзоне южной Степи, связано с изменением основных свойств ландшафтов при длительной трансформации природного биоценоза в агрофитоценоз, что препятствует в настоящее время получению стабильно высоких урожаев сельскохозяйственных культур.

Так, Source: Государственной службы статистики Украины в 1990 г. урожайность зерна озимой пшеницы, выращиваемой на площади более 5,5 млн га, составляла 4,0 т/га. В среднем за 2017–2019 гг. урожайность зерна озимой пшеницы, при посевной площади 6,2 млн га и интенсивной технологии ее выращивания, составляла 4,1 т/га (Figure 5).



**Figure 5.** Посевная площадь и урожайность пшеницы озимой в Украине в 1990 г. и 2012–2019 гг. (Source: Государственной службы статистики Украины)

Получение в течение последних лет урожайности озимой пшеницы в Украине в пределах 3,9–4,2 т/га, то есть на уровне 1990 года (4,0 т/га), связано, на наш взгляд, с нарушением системы ее удобрения, поскольку объемы применения органических и минеральных удобрений, согласно исследований научных учреждений НААН и Государственной службы статистики Украины, из-за высокой их стоимости в течение последних лет в хозяйствах всех категорий значительно сократились.

Source: ННЦ “Институт почвоведения и агрохимии им. А.Н. Соколовского” в течение последних лет в Украине при выращивании большинства сельскохозяйственных культур применялись только минеральные удобрения, а органические удобрения почти не использовались (Medvediev, V.V., Lisovyi, M.V., 2001; National report, 2011). Связано последнее с существенным сокращением поголовья крупного рогатого скота (КРС) во всех областях Украины. Если в 1990 г. численность поголовья КРС в Украине составила 24,6 млн голов (в т.ч. 8,4 млн коров), то в 2019 г. – лишь 3,3 млн голов (в т.ч. 1,9 млн коров). В целом за период 1991–2019 гг. численность поголовья коров в Украине сократилось на 6,5 млн голов или на 77,4%.

В крупных сельскохозяйственных предприятиях поголовье коров уменьшилось с 6,2 млн до 0,88 млн голов, то есть на 87,7% (Maslak, O.). Вследствие этого производство органических удобрений в 2015 году сократилось до 9,8 млн тонн, что на 1 га посевной площади вносилось лишь 0,5 тонн органических и 41 кг/га д.в. минеральных удобрений. В 1990 году производилось 257,1 млн тонн органических удобрений, при этом на 1 га посевной площади вносилось 8,6 тонн и, соответственно, 141 кг/га д.в. минеральных удобрений (табл. 5).

**Table 5. Объемы внесения органических и минеральных удобрений в Украине**

Внесено удобрений на 1 га	Годы									
	1990	1996	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	
Органических, млн тонн	257,1	80,6	28,4	13,2	9,9	9,6	9,6	9,6	9,6	
в т.ч. на 1 га, тонн	8,6	3,2	1,3	0,8	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	
Минеральных, млн тонн		524,7	278,7	557,9	1060,6	1343,0	1489,5	1397,7	1416,3	
в т.ч. на 1 га, кг д.в.		21,0	13,0	32,0	58,0	72,0	79,0	70,3	75,5	

(Source: Государственной службы статистики Украины)

Source: Государственной службы статистики Украины

Урожайность зерна озимой пшеницы в областях южной Степи Украины, как и в Украине в целом, при существующей системе удобрения в среднем за 2017–2019 гг. составляла: в Одесской области 3,6 т/га, Николаевской – 3,5 и Херсонской области – 3,5 т/га (Figure 6).



**Figure 6. Урожайность зерна пшеницы озимой в областях южной Степи Украины**

(Source: Государственной службы статистики Украины)

При этом повышение урожайности, а, соответственно, и валового сбора зерна озимой пшеницы в наибольшей мере достигалось путем использования усовершенствованных технологий выращивания культуры и, прежде всего, внедрения высокоурожайных селекционных сортов нового поколения и своевременного проведения защиты растений от вредителей, болезней и сорняков. На наш взгляд, она росла также в наибольшей степени за счет увеличения посевных площадей.

В приведенных погодных условиях, которые наблюдаются в течение последних лет как в Украине, так и в южной части зоны Степи, важное значение приобретает подбор засухоустойчивых и вместе с тем высокоурожайных сельскохозяйственных культур. Такими культурами в областях южной Степи стали кукуруза и подсолнечник. Согласно статистическим данным посевная площадь кукурузы в Украине начала расти с 2012 г. и составляла 4,4 млн га против 1,2 млн га в 1990 году. В течение 2012–2019 гг. посевная площадь кукурузы по сравнению с 1990 г., существенно увеличилась и достигала в 2019 г. 4,6 млн га (Figure 7).



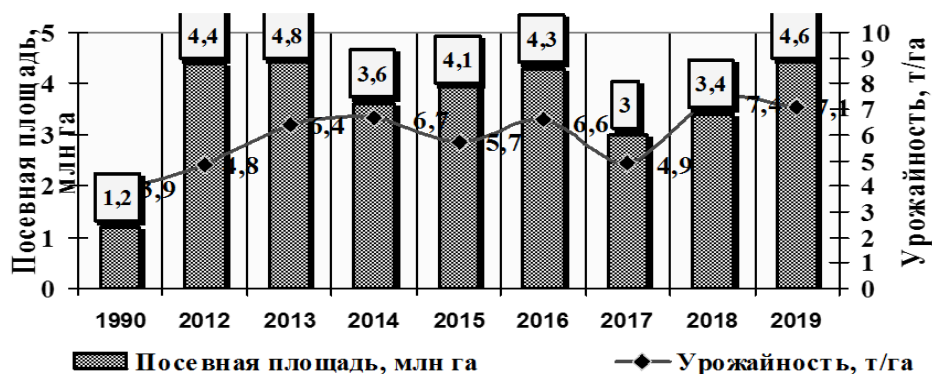


Figure 7. Посевная площадь и урожайность зерна кукурузы в Украине

(Source: Государственной службы статистики Украины)

При этом получение высокой урожайности кукурузы в течение последних лет (2017–2019 гг.) в областях южной Степи, как и в Украине в целом, наряду с внедрением интенсивной технологии выращивания культуры, прежде всего использование высокоурожайных гибридов нового поколения, достигалось также и за счет расширения посевных площадей культуры, в первую очередь, в связи с сокращением общей площади кормовых культур и сахарной свеклы.

Урожайность зерна кукурузы в областях южной Степи при региональном изменении климата существенно зависела также и от погодных условий, состоявших в течение вегетационного периода культуры. В сухом (95%) по обеспеченности осадками 2017 году, несмотря на расширение посевной площади в областях южной Степи до 299,3 тыс. га, в том числе в Одесской области до 140,2 тыс. га, Николаевской до 177,9 и Херсонской области – до 41,2 тыс. га, урожайность зерна кукурузы не превышала, соответственно, 3,4 т/га, 3,1 и 6,6 т/га. При этом самая высокая урожайность зерна кукурузы, при наименьшей посевной площади в течение всех исследуемых лет, получена в Херсонской области за счет эффективного использования орошаемых земель. Наиболее высокая урожайность зерна кукурузы получена в средневлажном (25%) по обеспеченности осадками 2019 году в Одесской области на площади 132,0 тыс. га составляла 4,4 т/га, соответственно, Николаевской – 112,5 и 4,4 и Херсонской области – 38,4 тыс. га и 8,3 т/га (Figure 8).

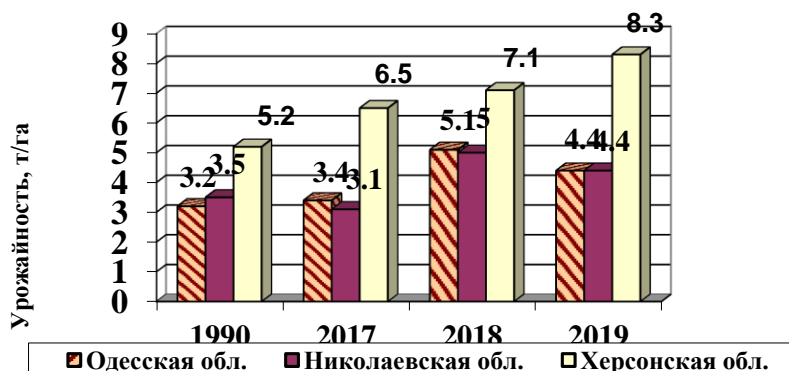


Figure 8. Урожайность зерна кукурузы в областях южной Степи Украины

Source: Государственной службы статистики Украины

Южная Степь Украины и, прежде всего, Одесская, Николаевская и Херсонская области является наиболее благоприятным регионом для устойчивого и эффективного выращивания подсолнечника, который в мировом земледелии является одной из основных масличных культур. Благодаря высокому качеству масла, которое получают из семян подсолнечника, а, соответственно, и доходности культуры, посевная площадь его в Украине в течение последних лет (2017–2019), по сравнению с 1990 годом, увеличилась до 5,8–5,9 млн га, то есть в 3,6–7,0 раз. В 1990 году посевная площадь подсолнечника, согласно данным Государственной службы статистики Украины, не превышала 1,6 млн га, что соответствовало существующим на то время научно обоснованным рекомендациям по размещению его в полевых севооборотах.

Чрезмерное расширение в структуре посевных площадей подсолнечника до 25,0–30,0%, при рекомендуемой 8,0–10,0%, прежде всего в областях южной Степи, привело к существенному уменьшению запаса продуктивной влаги и содержания минеральных соединений азота в почве. К тому же, стал осуществляться возврат выращивания подсолнечника в севообороте на одно и то же место через 1–3 года, а в ряде случаев – и как монокультуры. Последнее привело к существенному снижению плодородия почв, а соответственно и урожайности семян культуры. Как следствие – урожайность семян подсолнечника, выращиваемого в Украине путем расширения посевных площадей в течение 2012–2019 гг., возростала в 1,6 раза только в средневлажном (25%) по обеспеченности осадками 2019 году, которая

составляла 2,6 т/га и, по сравнению с 1990 годом, была выше на 1,1 т/га (Figure 9).

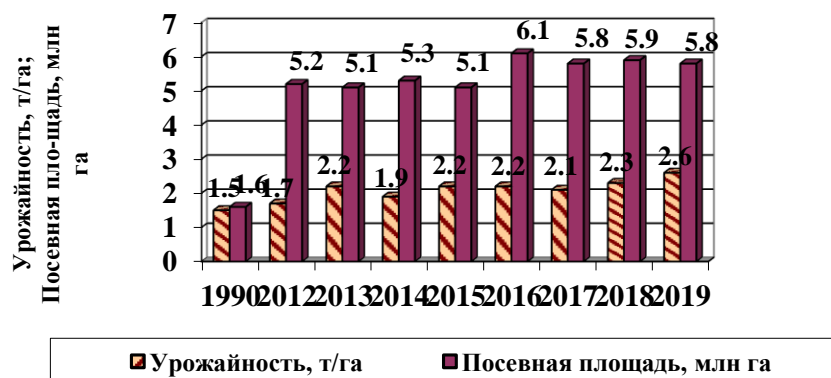


Figure 9. Посевная площадь и урожайность семян подсолнечника в Украине

Source: Государственной службы статистики Украины

В сухом (95%) по обеспеченности осадками 2012 году урожайность семян подсолнечника в Херсонской области при посевной площади 377,2 тыс. га, при дефиците влагообеспеченности вегетационного периода, равном 757,5 мм, не превышала 0,8 т/га, поскольку в структуре посевной площади он занимал 28,5% (Figure 10).

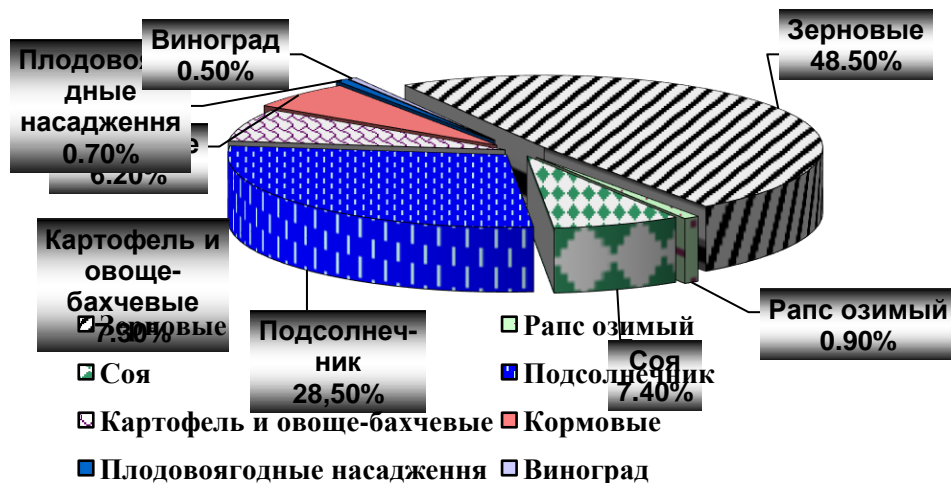


Figure 10. Структура посевных площадей сельскохозяйственных культур в Херсонской области при экстенсивной системе земледелия (2012 г.)

Source: Главного управления статистики в Херсонской области

Наивысшая урожайность семян подсолнечника в областях южной части зоны Степи, полученная в средневлажном (25%) по обеспеченности осадками 2019 году в Одесской области на площади 358,8 тыс. га, составляла 1,93 т/га, соответственно, Николаевской – 486,0 и 2,15 и Херсонской области – 341,1 тыс. га и 1,81 т/га (Figure 11).

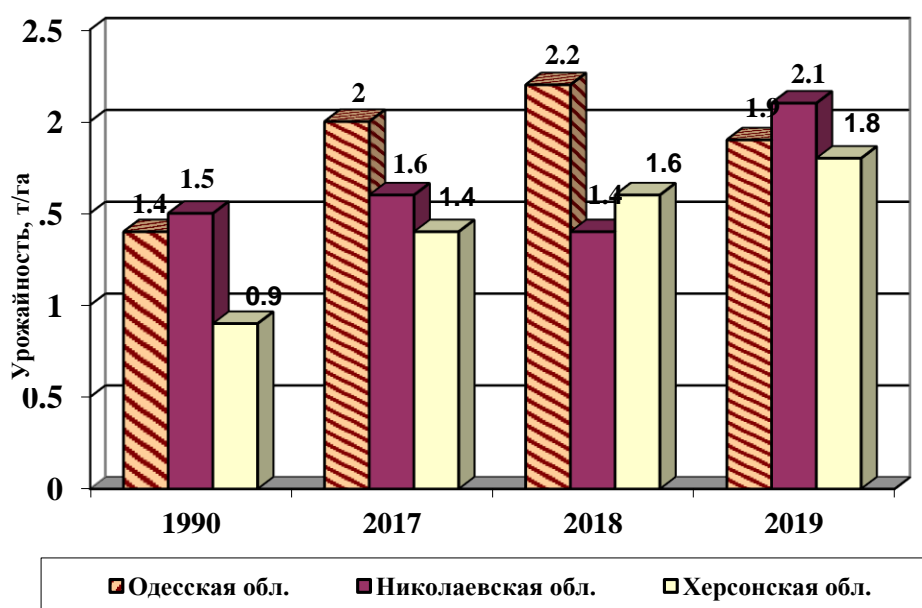


Figure 11. Урожайность семян подсолнечника в областях южной Степи Украины

Source: Государственной службы статистики Украины

Получение низкой урожайности семян подсолнечника в областях южной Степи Украины в условиях регионального изменения климата связано также с появлением на посевных площадях культуры нетипичных для региона вредоносных адвентивных сорняков, прежде всего, амброзии полыннолистной (*Ambrosia artemisifolia* L.), циклахены дурнишниковидной (*Cyclachaena xantifolia* Fresen.), анизанты кровельной (*Anisantha tectorum* Nevski) и др.

Согласно исследований научных учреждений НААН урожайность семян сортов и гибридов подсолнечника, пригодных для распространения в Украине, существенно зависит от уровня технологии выращивания культуры. Наряду с применением ресурсосберегающих систем обработки почвы, внесения оптимизированных норм минеральных удобрений, установлением оптимальной густоты стояния растений, проведением своевременной защиты растений от вредителей, болезней и сорняков, разработанные технологии выращивания семян подсолнечника предусматривают также использование наиболее адаптированных к зональным условиям сортов и гибридов этой культуры. Наряду с высокой конкурентоспособностью районированные сорта и гибриды подсолнечника украинской селекции, по сравнению с иностранными, характеризуются генетически обусловленной устойчивостью к заразице и ложной мучнистой росе, повышенной засухоустойчивостью и формируют урожайность семян в пределах 4,5–5,0 т/га с содержанием масла в семенах до 49–55% (Курчченко, 2005).

Долговременное использование в структуре посевных площадей пропашных культур в подзоне южной Степи привело к чрезмерной распаханности почвенного покрова, интенсивному усилению почвенной эрозии и нерациональному использованию земельных ресурсов в целом. При общей площади пахотных земель в зоне Степи, равной 15528,7 тыс. га, в связи с выведением из структуры посевных площадей бобовых и злаковых многолетних трав, площадь эродированных земель в течение последних лет возросла до 8362,0 тыс. га или 53,8% к общей площади пашни (табл. 6).

**Table 6. Площади эродированных земель в зоне Степи, тыс. га (Baliuk, Medvediev, Tarariko, et al., 2011)**

Область	С.-х. угодья	В т.ч. пашня	Эродированные земли			
			с.-х. угодья		пашня	
			всего	%	всего	%
АР Крым	1798,4	1265,6	999,3	55,6	919,3	72,6
Днепропетровская	2514,3	2125,0	1104,8	43,9	914,7	43,0
Донецкая	2045,2	1656,0	1757,4	85,9	1080,0	65,2
Запорожская	2247,7	1906,7	1212,5	53,9	640,8	33,6
Кировоградская	2039,9	1762,4	1102,4	54,0	886,7	50,3
Луганская	1911,1	1269,7	1372,3	71,8	1237,9	97,5
Николаевская	2010,0	1698,1	964,5	48,0	914,8	53,9
Одесская	2593,4	2067,6	1214,0	46,8	1081,6	52,3
Херсонская	1971,1	1777,6	961,0	48,7	686,2	38,6
<b>Всего</b>	<b>19131,1</b>	<b>15528,7</b>	<b>10688,2</b>	<b>55,9</b>	<b>8362,0</b>	<b>53,8</b>

При этом наибольшие площади эродированных пахотных земель выявлены в Луганской области – 97,5%; АР Крым – 72,6; Донецкой – 65,2; Николаевской – 53,9; Одесской – 52,3; Кировоградской – 50,3%, а наименьшие в Запорожской – 33,6%; Херсонской – 38,6 и Днепропетровской области – 43,0%, что связано с более равнинным рельефом сельскохозяйственных угодий указанных областей.

Следствием использования в современных условиях хозяйствования научно необоснованных систем земледелия стало ежегодное увеличение площадей средне- и сильносмытых и дефляционно опасных почв, о чем свидетельствует потеря земельных ресурсов, на которых начали формироваться деградированные ландшафты. Последнее связано также с интенсивной самовольной вырубкой полевых защитных лесополос и лесов.

Одной из причин существенного влияния регионального изменения климата на формирование урожая сельскохозяйственных культур, которое в последние годы наблюдается в южной Степи Украины, является изменение ландшафта (Aidarov, 2007). При существовании в далеком прошлом степных ковыльно-типчачовых ландшафтов многоярусный растительный покров в течение всего вегетационного периода многолетних трав способствовал рациональному распределению солнечной энергии, при котором такие важные

факторы, как динамика атмосферы и Мирового океана не существенно влияли на интенсивность перераспределения радиационного баланса. Уничтожение естественного растительного покрова и подстилающей поверхности почвы на огромных земельных площадях в течение второй половины XIX и XX века способствовало формированию и изменению не только вновь созданных сельскохозяйственных угодий, но и частичному проявлению изменения климата с устойчивыми комплексами техногенного характера. Создание в течение последних веков предпосылок к антропогенному направлению изменения климата связано, прежде всего, с интенсивной распашкой земель, строительством крупных искусственных водоемов, добычей полезных ископаемых открытым карьерным способом и др. То есть за счет изменения альbedo на огромных территориях происходила смена показателей радиационного и водного балансов, ветрового и водного режимов, а также как микроклимата, так и климата в целом. Сокращение огромных площадей природных степных ландшафтов привело к усилению ветра на них на 20,0%, повышению температурного режима в приземном слое воздуха до 1,5–2,0%, росту испаряемости до 15–40% и эрозии почв в зависимости от их рельефа, до 33%.

Наличие густой растительности и большого количества сухой отмершей массы при оптимальном количестве многолетних трав в структуре посевных площадей сельскохозяйственных агроландшафтов, приводит к значительно меньшему нагреванию земной поверхности, поскольку ее светлозеленая окраска не способствует интенсивному прогреванию и испарению влаги из глубоких слоев почвы.

Общие рекомендации по заданному вопросу «что же нужно делать?» даны А. А. Измаильским еще в далеком 1893 году, когда после многолетних наблюдений за почвенной влагой им был сделан важный вывод: “Если мы будем продолжать так же беззаботно смотреть на прогрессирующие изменения поверхности наших степей, а в связи с этим и на прогрессирующее иссушение степной почвы, то едва ли можно сомневаться, что в сравнительно недалеком будущем наши степи превратятся в бесплодную пустыню” (Izmailskiy, 1937, pp. 5–18).

**Выводы.** Анализ погодно-климатических условий, проведенный на основе многолетних наблюдений агрометеорологической станции г. Херсон, свидетельствует о существенной нестабильности поступления естественной влаги и росте испаряемости и дефицита влагообеспечения, особенно в

среднесухие (75%) и сухие (95%) по обеспеченности осадками годы. Основной линией научной и хозяйственной деятельности, направленной на получение в южной части зоны Степи стабильно высоких урожаев сельскохозяйственных культур, является оптимизация структуры посевных площадей с оптимальным участием в них многолетних трав. Последнее будет способствовать существенному улучшению кормовой базы для животноводства, снижению минерализации гумуса в почвах и улучшению их физических и физико-химических свойств и, прежде всего, существенному увеличению содержания в них углерода и минеральных и легкогидролизуемых соединений азота и повышению урожайности сельскохозяйственных культур.

Определение основных направлений хозяйственной деятельности в аграрном секторе и разработка и внедрение в южном регионе ландшафтно-экологических систем земледелия должны обусловить выбор фундаментальных и прикладных научных исследований, что будет способствовать продовольственной безопасности не только нынешнего поколения, но и будущего населения Украины.

## References

- \*\*\* (2012). Main economic indicators of agricultural production in agricultural enterprises in 2011. *Statistical Yearbook 2011*. Основні економічні показники виробництва продукції сільськогосподарства в сільгосп підприємствах за 2011 рік. Статистичний бюлетень. Київ: Державна служба статистики України, 2012. 88 с.
- \*\*\* (2012). *Structure, dynamics and distribution of the land fund of Ukraine* (as of 01.01.2012). /Структура, динаміка та розподіл земельного фонду України (за станом на 01.01.2012 р.)/Державне агентство земельних ресурсів України. К, р. 110.
- \*\*\* (2012). *World food and agriculture*. FAO Statistical Yearbook Edited by A. Prakash and M. Stigler, pp. 320–322.
- \*\*\* (2017). *State statistics service of Ukraine in figures for 2016/Державна служба статистики України у цифрах за 2016 рік*. Статистичний збірник. Сільське господарство. Київ, pp. 127–155.
- \*\*\* (2011). *National report on the state of the environment in Ukraine in 2011/Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2011 році*. К. Міністерство екології та природних ресурсів України, LAT & K, p. 258.
- \*\*\* *Comprehensive industry program Development of grain production in Ukraine until 2015./Комплексна галузева програма Розвиток зерновиробництва в Україні до 2015 року*. <http://www.agro-business.com.ua/component/content/article/878.html?ed=55>.



\*\*\* *Historical development of agriculture in the Southern Steppe.*/ Историчний шлях розвитку землеробства Південного Степу. <http://yakovchuk.by.ru/notmiarticles009.html>.

\*\*\* *The distribution of land in the steppe zone of Ukraine in the XVIII–XIX centuries*/Розподіл земельних угідь степової зони України в XVIII–XIX століттях. [www.forestforum.ru/info/history/tchvet2.pdf](http://www.forestforum.ru/info/history/tchvet2.pdf).

Aidarov, I. P. (2007). *Arrangement of agricultural landscapes in Russia/Обустройство агроландшафтов России*. М.: МГУП, p. 159.

Baliuk, S. A.; Medvediev, V.V.; Tarariko, O.H. et al. (2011). National report On the state of soil fertility in Ukraine/ Національна доповідь Про стан родючості ґрунтів України/*Посібник українського хлібороба*. Київ, pp. 41–69.

Dokuchaiev, V. V. (1936). Our steppes before and now/Наши степи прежде и теперь/Москва–Ленинград: *ОГИЗ – Сельхозгиз*, p. 117.

Ivanov, N. N. (1962). The index of biological effectiveness of climate/Показатель биологической эффективности климата. *Известия Всесоюзного географического общества/ News of the All-Union Geographical Society*. Т. 94. Вып. 1, pp. 65–70.

Izmailskiy, A. A. (1937). *How our steppe has dried up/ Как высохла наша степь*. М.–Л.: ОГИЗ–Сельхозгиз, pp. 5–18.

Kazmir, P. H.; Stoiko, N. S.; Drozdak, M. V. et al. (2009). *Organization of agricultural exploitation of land on landscape ecological basis/Організація сільськогосподарського використання земель на ландшафтно–екологічній основі*. Львів: ЛНАУ, p. 247.

Kurychenko, V.V. (2005). *Selection and seed production of sunflower (Heliantus annuus L.)*./Селекция и семеноводство подсолнечника (*Heliantus annuus L.*). Харків: Магда LTD, p. 385.3

Maslak, O. *Cattle breeding in Ukraine: modern realities/Скотарство України: реалії сьогодення*. <http://www.agro-business.com.ua/component/content/article/878.html?ed=55>.

Medvediev, V.V. & Lisovyi, M.V. (2001). *State of soil fertility in Ukraine and forecast of its changes in the conditions of modern agriculture/Стан родючості ґрунтів України та прогноз його змін за умов сучасного землеробства*. Харків: Штрих, p. 100.

Trofimov, I. A. & Trofimova, L. S. (2002). Increasing the resilience of agricultural landscapes to droughts and erosion/Повышение устойчивости агроландшафтов к засухам и эрозии. *Поволжский экологический журнал/ Povolzhsky ecological journal*, № 3, pp. 277–287.