2 HOMEP

ISSN 2304-9081

ЭЛЕКТРОННЫЙ ЖУРНАЛ On-line версия журнала на сайте http://www.elmag.uran.ru





БЮЛЛЕТЕНЬ

ОРЕНБУРГСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА УРО РАН



2017

УЧРЕДИТЕЛИУРАЛЬСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ РАН
ОРЕНБУРГСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР УрО РАН

© А.А. Неверов, 2017

УДК: 004.94:551.58:633.854.78:631.559/470.56

А.А. Неверов

СВЯЗЬ УРОЖАЙНОСТИ ПОДСОЛНЕЧНИКА С ПОГОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИМИ УСЛОВИЯМИ ЗАПАДНОЙ ЗОНЫ ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ

Оренбургский научно-исследовательский институт сельского хозяйства, Оренбург, Россия

Цель. Разработать математические модели связи урожайности семян подсолнечника с погодно-климатическими условиями западной зоны Оренбургской области.

Материалы и методы. Для решения поставленных задач была использована информация длительных рядов урожайности подсолнечника Бузулукского района Оренбургской области (1948-2015 гг.), а так же материалы агрометеорологических бюллетеней Оренбургского областного центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (метеостанция - г. Бузулук). Применялись методы многомерного регрессионного анализа.

Результаты. Впервые разработаны математические модели связи - трендов урожайности подсолнечника с климатическими факторами и урожайности с погодными факторами.

Заключение. Вследствие положительного влияния климатических условий ноября на динамику тренда урожайности подсолнечника в ближайшее десятилетие подсолнечник будет одной из наиболее востребованных и рентабельных сельскохозяйственных культур в условиях аридизации климата степной зоны Оренбуржья.

Ключевые слова: климат, тенденция, температура, осадки, сельскохозяйственная культура, подсолнечник, урожайность, регрессия.

A.A. Neverov

BOND YIELDS OF SUNFLOWER WITH WEATHER-CLIMATIC CONDITIONS OF WESTERN ZONE OF ORENBURG REGION

Orenburg scientific research Institute of agriculture, Orenburg, Russia

Objective. To develop the mathematical model for seed yield of sunflower with the weather and climate conditions of the Western zone of the Orenburg region.

Materials and methods. To solve the set tasks were used the data for a long series of sunflower yielding capacity of the Buzuluk district of Orenburg region (1948-2015 years), as well as materials agrometeorological bulletins of the Orenburg regional center for Hydrometeorology and environmental monitoring (weather station - Buzuluk). We have applied the methods of multivariate regression analysis.

Results. First developed a mathematical model of communication – trends of yield of sunflower with climatic factors and deviations of productivity from trend with weather factors that determined these variations.

Conclusion. Due to the positive influence of climatic conditions on November the trend dynamics of productivity of sunflower in the next decade the sunflower will be one of the most popular and profitable crops in the context of aridization climate of the steppe zone of Orenburg region.

Key words: climate, trend, temperature, precipitation, agricultural crop, sunflower, yield, regression.

Введение

В ранее опубликованных работах [1-6] нами показаны принципы математического (статистического) моделирования связей урожайности сельскохозяйственных культур с погодно-климатическими условиями центральной зоны Оренбургской области. На этих же принципах планировалось провести оценку связи урожайности подсолнечника и ее тренда с погодно-климатическими условиями западной зоны Оренбуржья.

Целью настоящего исследования явилась разработка математических моделей связи урожайности семян подсолнечника с погодно-климатическими условиями западной зоны Оренбургской области.

Материалы и методы

Для достижения поставленной цели была использована информация длительных временных рядов урожайности подсолнечника Бузулукского района Оренбургской области (1948-2015 гг.), а так же материалы агрометеорологических бюллетеней Оренбургского областного центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (метеостанция — г. Бузулук). Применялись методы многомерного регрессионного анализа программы «Statistica» и «NCSS».

В качестве независимых переменных определенны осадки, температура воздуха: среднесуточная, максимальная и минимальная, дефицит влажности воздуха. Показатели погодных условий рассчитывались по декадам и месяцам, а также использовались их преобразованные значения за различные периоды сельскохозяйственного года — интегральные значения, а также квадратичная форма предиктантов.

Для расчёта тренда и отклонений от него использовался метод гармонических весов в авторской программе «Prognostics v. 5»

Результаты и обсуждение

Как видно из данных, представленных в таблице 1 и на рисунке 1, средняя по Бузулукскому району урожайность семян подсолнечника за период (1948-2015 гг.) составила 6,9 ц с 1 га, минимальная урожайность — 0,5 ц с 1 га наблюдалась в 1959 г., максимальная — 13,3 ц с 1 га в 1990 г.

Размах колебаний урожайности подсолнечника весьма значительный, достиг 12,8 ц с 1 га за 68 лет наблюдений, стандартное отклонение от среднего составило 41,7%, по отношению к тренду - 26,1%.

Таблица 1.	Описательная статистика временного ряда урожайности
	семян подсолнечника (1948-2015 гг.)

Показатели	Ко- личе че- ство на- блю де- ний	Сред нее	Ми- ни- мум	Мак- си- мум	Раз- мах	Стан- дартное откло- нение, ц с 1 га	Стан- дарт- ное откло- нение от сред- него, %
Урожайность, ц с 1 га	68	6,9	0,5	13,3	12,8	3,0	41,7
Тренд урожайности, ц с 1 га	68	6,9	2,8	11,1	8,3	1,8	26,1

Полученная регрессионная модель связи урожайности семян подсолнечника с погодными условиями объясняет 90% вариации урожайности за период 1951-2015 года (таблица 1).

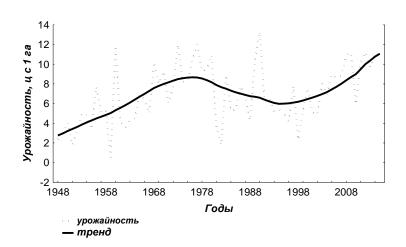


Рис. 1. Фактическая урожайность семян подсолнечника и её тренд с 22-летней фазой скользящего осреднения (1948-2015 гг.).

В статистике [7, 8] даются полезные рекомендации, позволяющие получить представление о степени воздействия на объект каждого фактора по отдельности в многомерной модели. Примером таких методов является сравнение стандартизованных коэффициентов регрессии.

Стандартизованные β-коэффициенты (бэта-коэффициент) регрессии показывают на сколько сигм (стандартных отклонений) изменится в среднем результат, если соответствующий фактор изменится на одну сигму при неизменном среднем уровне других факторов. В силу того, что все переменные заданы как центрированные и нормированные, стандартизованные коэффициенты регрессии сравнимы между собой. Сопоставляя их друг с другом,

<u>Бюллетень Оренбургского научного центра УрО РАН (электронный журнал), 2017, №2</u> можно ранжировать факторы по силе их воздействия на результат.

Из 18 предикторов, вошедших в модель (табл. 2), наиболее сильное воздействие на изменчивость урожайности подсолнечника оказали погодные условия в апреле и второй декаде августа (стандартизованный коэффициент от 0,47 до 2,89). Однако, чаще других факторов изменения урожая семян подсолнечника вызывали погодные условия: 1-ой декады июля – доля влияния 20,4%, температура воздуха 2-ой декады марта – 14,7%, осадки 1-ой декады апреля – 13,3%, осадки 3-ей декады ноября прошлого года – 7,5%, температура воздуха в апреле – 6,8%, осадки 3-ей декады мая – 5,8%, температура воздуха минимальная 1-ой декады ноября прошлого года – 5,3% и температура воздуха среднесуточная 2-ой декады ноября прошлого года – 3,3%.

Таблица 2. Влияние погодных условий на урожайность подсолнечника (1951-2015 гг.)

	Стандар-	Доля	Регрессия			
Предикторы	тизован- ный β- коэффи- циент регрес- сии	влия- ния факто- ра - Δ - коэф- фици- ент, %	Коэффициенты регрессии	Т - критерий оценки коэфи- циентов	Р - уровень дос- товерности	
Начальная ордината	-	-	40,12±7,6	5,2	0,00	
Осадки 1-ой декады апреля, мм	0,47	13,3	$0,15\pm0,02$	8,7	0,00	
Температура воздуха 2-ой декады марта, °С	0,32	14,7	$0,25\pm0,04$	5,3	0,00	
Дефицит вл. воздуха 1-ой дек. июля, мб	-0,21	20,4	$0,14\pm0,06$		0,02	
Осадки 3-ей дек. мая в квадрате, мм ²	-0,53	5,8	$0,002\pm0,0$		0,00	
Температура воздуха апреля, °С	1,08	6,8	1,08±0,2	5,3	0,00	
Темп. воздуха 2-ой дек. ноября пр. г., °С	0,38	3,3	$0,29\pm0,04$		0,00	
Температура мин. 1-ой дек. ноября пр. г., °С	- , -	5,3	$0,15\pm0,03$		0,00	
Осадки 3-ей декады марта, мм	-0,30	0,6	$0,11\pm0,02$	-5,2	0,00	
Темп. воздуха 2-ой дек августа в кв., °С ²	2,89	0,02	$0,08\pm0,02$	4,0	0,00	
Температура макс. 2-ой дек. июля, °С	-0,38	3,7	$0,31\pm0,08$	-4,1	0,00	
Осадки 3-ей дек ноября пр. года, мм	0,11	7,5	$0,03\pm0,01$	2,1	0,03	
Осадки января прошлого года, мм	-0,19	0,5	$0,033\pm0,0$	-3,5	0,00	
Осадки 3-ей дек декабря пр. года, мм	0,24	0,6	$0,076\pm0,0$	4,4	0,00	
Темп. воздуха 2-ой декады августа, °С	-2,76	1,6	2,91±0,76	-3,8	0,00	
Температура воздуха апреля в квадрате, °С2	-0,73	2,2	$0,05\pm0,01$	-3,7	0,00	
Осадки 3-ей дек. августа прошлого года, мм	-0,15	0,1	$0,03\pm0,01$	-2,9	0,01	
Дефицит вл.воздуха 3-ей дек. августа, мб	-0,16	2,0	$0,12\pm0,04$	-2,9	0,01	
Температура воздуха 3-ей дек. июня, °С	0,14	1,7	$0,15\pm0,06$	2,4	0,02	
Коэффициент $R^2 = 0.90$ Критерий $F(18,45) = 23$ Стандартная ошибка оценки - ± 1.08 ц/ га						

В совокупности факторов погодные условия ноября прошлого года в 16% случаев определяли урожайность подсолнечника.

Значительную вариабельность, более 100% значения коэффициента вариации, среди предикторов модели показали: температура воздуха 2-ой декады ноября — 111,6%, осадки 3-ей декады ноября прошлого года — 109,4%, осадки 3-ей декады мая — 121%, осадки 1-ой декады апреля — 108,4% и осадки 3-ей декады августа (табл. 3).

Таблица 3. Описательная статистика предикторов регрессионной модели подсолнечника (1948-2015 гг.)

Предикторы	Число наблю блю- дений	Сред нее	Ми- ни- мум	Мак- си- мум	Стд. откл.	K _v
Урожайность подсолнечника, ц с 1 га	68	6,9	0,5	13,3	2,9	41,7
Осадки 1-ой декады апреля, мм	66	8,5	0,1	43,3	9,2	108,4
Температура воздуха 2-ой декады марта, °С	66	-5,9	-16,9	-0,1	3,8	-63,8
Дефицит вл. воздуха 1-ой дек. июля, мб	66	11,2	3,0	22,0	4,4	39,1
Осадки 3-ей дек. мая, мм	66	12,0	0,0	63,6	14,6	121,0
Температура воздуха апреля, °С	66	6,5	0,5	14,3	2,9	44,7
Темп. воздуха 2-ой дек. ноября пр. г., °С	67	-3,4	-13,8	4,3	3,7	-111,6
Температура мин. 1-ой дек. ноября пр. г., °С	65	-13,0	-26,0	-0,7	6,6	-50,9
Осадки 3-ей декады марта, мм	66	8,3	0,1	29,2	7,8	94,1
Температура воздуха 2-ой дек августа, °С	66	19,3	13,6	25,2	2,8	14,3
Температура макс. 2-ой дек. июля, °С	64	32,0	23,9	39,9	3,5	11,0
Осадки 3-ей дек ноября пр. года, мм	67	11,1	0,1	70,0	12,1	109,4
Осадки января прошлого года, мм	67	26,8	3,4	86,0	16,7	62,2
Осадки 3-ей дек декабря пр. года, мм	67	10,8	0,1	42,0	9,7	89,6
Темп. воздуха 2-ой декады августа, °С	66	19,3	13,6	25,2	2,8	14,3
Осадки 3-ей дек. августа прошлого года, мм	67	12,6	0,1	56,2	12,8	102,0
Дефицит вл.воздуха 3-ей дек. августа, мб	66	9,2	4,0	22,1	3,8	41,6
Температура воздуха 3-ей дек. июня, °С	66	20,7	15,6	27,7	2,8	13,4

В меньшей степени колебаниям (по коэффициентам вариации) были подвержены показатели температуры воздуха в летний период: среднесуточные температуры воздуха 3-ей декады июня — 13,4% и 2-ой декады августа — 14,3%, а также максимальная температура воздуха 2-ой декады июля — 11,0%.

Нами установлено, что в многолетнем периоде тренд урожайности подсолнечника наряду с антропогенным фактором существенно (96% объяснённой дисперсии) зависел от температуры воздуха 2-ой декады ноября (табл. 4, рис. 2).

Таблица 4. Зависимость тенденции урожайности подсолнечника от климатических факторов (1948-2015 гг.)

Предикторы	Доля влияния фактора – Δ - коэффициент, %	Коэффициенты регрессии	Критерий Стью- дента	р-уровень достовер- ности			
Начальная ордината	-	9,93±0,11	89,10	0,000			
Температура воздуха 2-ой декаде ноября, °С	96,0	0,86±0,03	27,66	0,000			
Коэффициент - R^2 = 0,96; Критерий F (1,60) = 765; Станд. ошибка оценки - ±0,4 ц с 1 га							

Изменения температуры воздуха во 2-ой декаде ноября прошедшего года синхронно на протяжении всего периода наблюдений за последние 68 лет сопровождались изменениями урожайности подсолнечника.

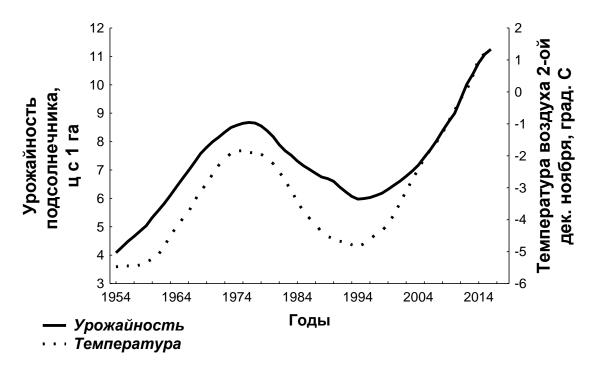


Рис. 2. Влияние тренда среднесуточной температуры воздуха 2-ой декады ноября на тенденцию урожайности подсолнечника (1948-2015 гг.).

За последние 15 лет наблюдается устойчивая тенденция роста температуры воздуха 2-ой декады ноября и соответственно — урожайности семян подсолнечника.

Заключение

Таким образом, существенное положительное влияние на динамику тренда урожайности подсолнечника в многолетнем периоде оказывают кли-

матические условия ноября предшествующего урожаю года: рост среднесуточной температуры воздуха в этот период определяет 96% дисперсии результативного показателя.

Очевидно, что в ближайшее десятилетие подсолнечник будет одной из наиболее востребованных и рентабельных сельскохозяйственных культур в условиях аридизации климата степной зоны Оренбуржья.

ЛИТЕРАТУРА

- 1. Неверов А.А. Современные тенденции изменения урожайности зернофуражных культур в Оренбургской области. Вестник мясного скотоводства. 2014. 3(86): 125-130.
- 2. Неверов А.А. Современные тенденции изменения климата в Оренбургской области. Вестник мясного скотоводства. 2015. 1(89): 117-121.
- 3. Неверов А.А. Влияние погодноклиматических условий на формирование урожая ячменя в центральной зоне Оренбургской облвасти (цикл статей по теме «Исследования методами нейросетевого анализа влияния региональных изменений климата на продуктивность агрофитоценозов»). Вестник мясного скотоводства. 2015. 2(90): 114-118.
- 4. Неверов А.А. Математическое моделирование связей урожая озимой ржи с погодноклиматическими условиями в центральной зоне Оренбургской области (цикл статей по теме «Исследования методами нейросетевого анализа влияния региональных изменений климата на продуктивность агрофитоценозов»). Вестник мясного скотоводства. 2015. 3(91): 125-131.
- 5. Тихонов В.Е., Неверов А.А. Прогноз предикторов многомерной модели урожайности яровой пшеницы для оценки неблагоприятных условий вегетации: времени их наступления, интенсивности и продолжительности. Бюллетень Оренбургского научного центра УРО РАН. 2015. 3: 1-13 [Электронный ресурс] (URL: http://elmag.uran.ru:9673/ magazine/ Numbers/2015-3/Articles/VET-AAN-2015-3.pdf).
- 6. Тихонов В.Е., Неверов А.А., Кондрашова О.А. Методология долгосрочного прогнозирования урожайности. Оренбург: ООО «Агентство «Пресса», 2014. 157 с.
- 7. Эконометрика: учебник / Под ред. И.И. Елисеевой. М.: Финансы и статистика, 2007. 576 с.
- 8. Айвазян С.А., Мхитарян В.С. Прикладная статистика. Основы эконометрики: Учебник для вузов. Т. 1: Теория вероятностей и прикладная статистика. М: ЮНИТИ-ДАНА, 2001. 656 с.

Поступила 10.01.2017

(Контактная информация: **Неверов Александр Алексеевич -** кандидат сельско-хозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, Оренбургский НИИ сельского хозяйства. Россия, 460051, г. Оренбург, пр. Гагарина 27/1; моб. тел. 8-922-621-72-36; e-mail: nevalex2008@yandex.ru)

LITERATURA

- 1. Neverov A.A. Sovremennye tendencii izmenenija urozhajnosti zernofurazhnyh kul'tur v Orenburgskoj oblasti. Vestnik mjasnogo skotovodstva. 2014. 3(86): 125-130.
- 2. Neverov A.A. Sovremennye tendencii izmenenija klimata v Orenburgskoj oblasti. Vestnik mjasnogo skotovodstva. 2015. 1(89): 117-121.
- 3. Neverov A.A. Vlijanie pogodnoklimaticheskih uslovij na formirovanie urozhaja jachmenja v central'noj zone Orenburgskoj oblvasti (cikl statej po teme «Issledovanija metodami nejrosetevogo analiza vlijanija regional'nyh izmenenij klimata na produktivnost'

Бюллетень Оренбургского научного центра УрО РАН (электронный журнал), 2017, №2

- agrofitocenozov»). Vestnik mjasnogo skotovodstva. 2015. 2(90): 114-118.
- 4. Neverov A.A. Matematicheskoe modelirovanie svjazej urozhaja ozimoj rzhi s pogodno-klimaticheskimi uslovijami v central'noj zone Orenburgskoj oblasti (cikl statej po teme «Issledovanija metodami nejrosetevogo analiza vlijanija regional'nyh izmene-nij klimata na produktivnost' agrofitocenozov»). Vestnik mjasnogo skotovodstva. 2015. 3(91): 125-131.
- 5. Tihonov V.E., Neverov A.A. Prognoz prediktorov mnogomernoj modeli urozhajnosti jarovoj pshenicy dlja ocenki neblagoprijatnyh uslovij vegetacii: vremeni ih nastup-lenija, intensivnosti i prodolzhitel'nosti. Bjulleten' Orenburgskogo nauchnogo cen-tra URO RAN. 2015. 3: 1-13 [Jelektronnyj resurs] (URL: http://elmag.uran.ru:9673/ magazine/ Numbers/2015-3/Articles/VET-AAN-2015-3.pdf).
- 6. Tihonov V.E., Neverov A.A., Kondrashova O.A. Metodologija dolgosrochnogo prognozirovanija urozhajnosti. Orenburg: OOO «Agentstvo «Pressa», 2014. 157 s.
- 7. Jekonometrika: uchebnik / Pod red. I.I. Eliseevoj. M.: Finansy i statistika, 2007. 576 s.
- 8. Ajvazjan S.A., Mhitarjan B.C. Prikladnaja statistika. Osnovy jekonometriki: Uchebnik dlja vuzov. T. 1: Teorija verojatnostej i prikladnaja statistika. M: JuNITI-DANA, 2001. 656 s.

Образец ссылки на статью:

Неверов А.А. Связь урожайности подсолнечника с погодно-климатическими условиями западной зоны Оренбургской области. Бюллетень Оренбургского научного центра УрО РАН. 2017. 2: 8с. [Электронный ресурс] (URL: http://elmag.uran.ru:9673/magazine/Numbers/2017-2/ Articles/NAA-2017-2.pdf).