

УДК 633.15:631.8:631.55:551.5(470.63)

DOI: 10.33284/2658-3135-102-3-126

**Влияние погодных условий на эффективность применения азотного удобрения под кукурузу на зелёную массу**

*В.Н. Багринцева, И.Н. Иващенко*

*Всероссийский научно-исследовательский институт кукурузы (г. Пятигорск, Ставропольский край)*

**Аннотация.** В полевом опыте на чернозёме обыкновенном зоны достаточного увлажнения Ставропольского края изучено влияние разных доз азотного удобрения (N30-120) на урожайность зелёной массы раннеспелого гибрида кукурузы Машук 185 МВ. Выявлено, что зависимость роста урожайности от удобрения определяется не только дозой азота, но и количеством осадков в июне-июле. Установлено, что коэффициент линейной корреляционной зависимости эффективности азотных удобрений от количества осадков и гидротермического коэффициента (ГТК) возрастает с увеличением дозы азота. Так, коэффициенты корреляции между осадками в июне, июле, периода июнь-июль и прибавками урожая зелёной массы составляли: при внесении дозы N30 – от 0,22 до 0,47; N60 – 0,34-0,54; N90 – 0,37-0,54; N120 – 0,64-0,83. Осадки, выпавшие в июле, имели решающее значение для получения наибольшей прибавки урожая зелёной массы при внесении доз азота N60-120 ( $r=0,54-0,81$ ). Существенная сильная линейная корреляционная зависимость между ГТК в июле, июне-июле и величиной прибавки урожая зелёной массы отмечена при внесении N120 ( $r=0,78$ ). В наибольшей степени от осадков и ГТК зависит эффективность высокой дозы азота N120. На действие низкой дозы удобрения N30 осадки в июне и июле не оказали существенного влияния, что указывает на её стабильную эффективность. Предложено при планировании системы применения удобрений выбор доз азота основывать на прогнозе погоды в июне-июле.

**Ключевые слова:** кукуруза, азотные удобрения, осадки, гидротермический коэффициент, ГТК, прибавки урожая, зависимость, Ставропольский край.

UDC 633.15:631.8:631.55:551.5(470.63)

**Influence of weather conditions on efficiency of nitrogen fertilizer for corn green mass**

*VN Bagrintseva, IN Ivashenenko*

*All-Russian Research Institute of Corn (Pyatigorsk, Stavropol Territory, Russia)*

**Summary.** The effect of different nitrogenous fertilizer doses (N30-120) on the yield of green mass of early-maturing corn hybrid Mashuk 185 MV was studied in the field experiment on ordinary chernozem of sufficient moistening zone of Stavropol region. It was revealed that the dependence of the yield growth on fertilizer is determined not only by the nitrogen dose, but also by the amount of precipitation in June-July. The coefficient of the linear dependence of nitrogen fertilizers efficiency on the amount of precipitation and the hydrothermal coefficient (HTC) increases established with an increase in the dose of nitrogen. The correlation coefficient dependence of the efficiency of nitrogen fertilizers on the amount of precipitation and hydrothermic coefficient increases with nitrogen dose increasing. Thus, the correlation coefficients of precipitation in June, July, the periods June-July and yield increase of green mass were: after a dose N30 – from 0.22 to 0.47; N60 – 0.34-0.54; N90 – 0.37-0.54; N120 – 0.64-0.83. The precipitations of July were crucial for obtaining the greatest yield increase of green mass with the applying of nitrogen doses N60-120 ( $r=0.54-0.81$ ). A significant strong linear correlation of hydrothermic coefficient in July, June-July and the magnitude of the yield increase of green mass was registered after N120 ( $r=0.78$ ). The effectiveness of a high dose of nitrogen N120 depends on precipitation and hydrothermic coefficient to the greatest extent. The effect of low dose fertilizer N30 on precipitation in June and July did not have a significant effect, it indicates its stable efficiency. It was proposed to choose nitrogen doses based on the weather forecast for June-July.

**Key words:** corn, nitrogen fertilizers, precipitation, hydrothermic coefficient, HTC, yield increase, dependence, Stavropol Territory.

### **Введение.**

Кукурузе принадлежит ведущая роль в обеспечении животноводства зелёными и сочными кормами. Для повышения урожайности и качества зелёной массы огромное значение имеет применение удобрений.

Основным элементом питания, лимитирующим урожайность зелёной массы кукурузы на всех типах почв, является азот (Агафонов Е.В. и Батаков А.А., 2000; Агеев В.В. и Подколзин А.И., 2001; Володарский Н.И., 1975; Толорая Т.Р. и др., 2003; Шелганов И.И. и Воронин А.Н., 2008; Стулин А.Ф., 2012). Значение азота в питании кукурузы столь велико, что внесение одних азотных удобрений под предпосевную культивацию оказывает равнозначное влияние на урожайность зелёной массы кукурузы как и применение комплексных (Багринцева В.Н. и Сухоярская Г.Н., 2008).

Урожай зелёной массы кукурузы под влиянием азотного удобрения возрастает с увеличением дозы азота (Акинчин А.В. и др., 2012; Никитин В.В. и Навальнев В.В., 2016; Таран Д.А., 2013).

Эффективность азотных удобрений на кукурузе в значительной степени зависит от погодных условий вегетации, в благоприятные по увлажнению годы прибавки урожая зелёной массы в несколько раз выше, чем в засушливые (Шукина В.В., 1982; Шахов М.С. и Потатурина Н.В., 1996). Кроме того, как указывают авторы, высокие дозы азота более эффективны в благоприятные по увлажнению годы.

В нашей ранее опубликованной работе (Багринцева В.Н. и Ивашенко И.Н., 2018) показано влияние возрастающих доз азотного удобрения на урожайность зелёной массы гибридов кукурузы разных групп спелости в среднем за три года исследований. Выявлено, что наибольшей отзывчивостью на азотное удобрение отличается раннеспелый гибрид кукурузы Машук 185 МВ.

### **Цель исследования.**

Установить корреляционную зависимость прибавок урожая зелёной массы гибрида кукурузы Машук 185 МВ, полученных при внесении возрастающих доз азотного удобрения, от метеорологических условий.

### **Материалы и методы исследования.**

**Объект исследования.** Раннеспелый гибрид кукурузы Машук 185 МВ.

**Характеристика территорий, природно-климатические условия.** Опытное поле Всероссийского научно-исследовательского института кукурузы находится в зоне достаточного увлажнения Ставропольского края. Почвенный покров опытного участка представлен чернозёмом обыкновенным карбонатным тяжёлосуглинистым.

Содержание элементов питания в почве определяли после внесения удобрений, когда кукуруза находилась в фазе 5 листьев. В среднем за 2015-2017 гг. в слое почвы 0-20 см содержание подвижного фосфора составило 16 мг/кг (по Мачигину), обменного калия – 285 мг/кг (по Мачигину), что соответствует средней обеспеченности этими макроэлементами. Внесение аммиачной селитры повысило содержание нитратного азота в почве и составило в зависимости от доз азотного удобрения: N0 – 16,4; N30 – 24,9; N60 – 31,0; N90 – 34,4 и N120 – 41,0 мг/кг. В вариантах N0-30 обеспеченность почвы азотом была низкой, N60-120 – средней.

Метеорологические условия в годы проведения опыта были различными (табл. 1).

В 2015 г. за май-сентябрь выпало 285,4 мм осадков, что меньше нормы на 109 мм. При этом количество осадков, выпавших в мае и июне, превысило средние многолетние значения соответственно на 26,6 и 16,6 мм. В июле наблюдался засушливый период, выпало всего лишь 2,5 мм осадков, что на 67,9 мм меньше среднемноголетнего количества.

В 2016 г. за весь вегетационный период (май-сентябрь) осадков, как и в 2015 г., выпало мало (287,2 мм), что на 107,2 мм меньше нормы. В мае количество выпавших осадков превысило многолетнее значение на 13,6, а в июне во время интенсивного роста растений – на 49,3 мм. В июле осадков выпало меньше среднего многолетнего количества, но значительно больше по сравнению с 2015 г., что создало лучшие условия для формирования урожая зелёной массы.

Таблица 1. Метеорологические условия за период вегетации кукурузы  
Table 1. Meteorological conditions for the period of corn vegetation

Месяц/ Month	Осадки, мм/Precipitation, mm				Температура, °C/ Temperature, °C				ГТК/НТС			
	2015	2016	2017	4	1	2*	3	4	1	2	3	4
Май/ May	105,0	93,0	218,0	79,4	15,3	17,9	13,8	14,6	2,21	1,67	5,09	1,75
Июнь/ June	104,0	136,4	61,0	87,1	19,5	22,8	18,8	18,2	1,78	1,99	1,08	1,60
Июль/ July	2,5	46,5	26,0	70,4	21,3	25,8	23,2	20,8	0,04	0,58	0,36	1,09
Август/ August	13,8	0	55,0	58,7	20,0	27,3	22,4	20,4	0,22	0	0,79	0,93
Сен- тябрь/ Sep- tember	60,1	11,3	8,1	48,0	15,6	18,6	17,5	15,5	1,28	0,20	0,15	1,03
Май- сен- тябрь/ May- Sep- tember	285,4	287,2	368,1	394,4	2807*	3443*	2930*	2741*	1,02	0,83	1,26	1,44

Примечание: в графе 4 – среднее многолетнее; 2\* – сумма температур  
Note: in column 4 – average long-term value; 2\* – the sum of temperatures

В 2017 г. за вегетацию кукурузы выпало 368,1 мм осадков, на 26 мм больше среднего многолетнего количества. Однако осадки выпадали неравномерно по месяцам. В мае осадков выпало на 138,6 мм (в 2,7 раза) больше среднего многолетнего количества. В июне наблюдался недостаток влаги, за месяц осадков выпало меньше нормы на 26,1 мм. В этом году недостаток осадков наблюдался также и в последующие месяцы. В июле их выпало меньше среднего многолетнего на 44,4 мм.

Температура воздуха в июне и июле во все годы проведения опытов была выше средней многолетней.

**Схема эксперимента.** Исследования проводили в 2015-2017 гг. на опытном поле Всероссийского научно-исследовательского института кукурузы.

Изучали эффективность доз азотного удобрения: N0, N30, N60, N90, N120. Использовали аммиачную селитру, которую вносили весной под первую культивацию. На всех вариантах опыта фоном весной внесли фосфор (P30).

Опыт заложен согласно методике Б.А. Доспехова (1979) в четырёхкратной повторности. Общая площадь делянки равна 19,6 м<sup>2</sup>, учётная – 9,8 м<sup>2</sup>.

Предшественник кукурузы – озимая пшеница, высеваемая после сои. Обработка почвы – отвальная (вспашка осенью). Сев кукурузы проводили в оптимальные сроки: в 2015 г. – 24 апреля, 2016 г. – 21 апреля, 2017 г. – 19 апреля с повышенной нормой высева. В фазе 2-3 листьев формировали оптимальную для гибрида густоту стояния растений (80 тыс. шт./га). Для защиты от сорных растений кукурузу в фазе 3 листа обрабатывали гербицидом Аденго (0,5 л/га). Учёт урожая зелёной массы кукурузы проводили в фазе молочно-восковой спелости зерна в первой декаде августа вручную.

**Оборудование и технические средства.** Агротехнические работы проводились российской сельхозтехникой: трактор К-701, плуг ПТК-9-35, борона БДТ-7, культиваторы КПС-4 и КРН-5,6; опрыскиватель ОП-2000, а также трактор МТЗ-82 (Беларусь) и сеялка УПС-8 (Украина).

При учёте урожая зелёной массы кукурузы использовали весы медицинские механические ВМ-20 (Россия).

**Статистическая обработка.** Обработку полученных данных провели с помощью компьютерной программы Ставропольского НИИСХ «AgCStat».

#### Результаты исследования.

На урожайность зелёной массы кукурузы сильное влияние оказали погодные условия. Так, в 2015 г., который был относительно благоприятным для культуры, максимальный урожай зелёной массы составил 39,9 т/га, в наиболее благоприятном 2016 г. – 40,4 т/га, в засушливом 2017 г. – 30,9 т/га (табл. 2).

Таблица 2. Влияние дозы азотного удобрения на урожайность зелёной массы гибрида кукурузы Машук 185 МВ, т/га

Table 2. The effect of nitrogen fertilizer dose on the yield of corn green mass Mashuk 185 MV, t/ha

Доза азота/ Nitrogen dose	2015 г./2015 у.			2016 г./2016 у.			2017 г./2017 у.			В среднем/ Average		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
N0/N0	33,9	-	-	26,5	-	-	26,8	-	-	29,1	-	-
N30/N30	<b>39,9</b>	<b>6,0</b>	<b>17,7</b>	36,0	9,5	35,8	29,3	2,5	9,3	<b>35,1</b>	<b>6,0</b>	<b>20,6</b>
N60/N60	35,5	1,6	4,7	36,3	9,8	37,0	<b>30,9</b>	<b>4,1</b>	<b>15,3</b>	34,2	5,1	17,5
N90/N90	33,5	-0,4	-1,2	38,5	12,0	45,3	29,6	2,8	10,4	33,9	4,8	16,5
N120/N120	30,6	-3,3	-9,7	<b>40,4</b>	<b>13,9</b>	<b>52,5</b>	26,4	-0,4	-1,5	32,5	3,4	11,7
HCP <sub>0,05</sub> , т/га/ SSD <sub>0,05</sub> , т/га	6,7			6,1			4,7			6,8		

Примечание: в графе 1 – урожайность (т/га), 2 – прибавка (т/га), 3 – прибавка (%)

Note: column 1 – productivity (t/ha), 2 – gain (t/ha), 3 – gain (%)

Азотные удобрения во все годы исследований обеспечивали рост урожайности зелёной массы кукурузы, но метеорологические условия в период вегетации кукурузы оказывали сильное влияние на величину прибавок от азота. В зависимости от внесённых доз урожайность зелёной массы повышалась в 2015 г. на 1,6-6,0 т/га, в 2016 г. – на 9,5-13,9 т/га и в 2017 г. – на 2,5-2,8 т/га.

В разные по количеству осадков годы наиболее эффективными были разные дозы удобрения. В 2015 г. незначительное повышение урожайности зелёной массы наблюдалось при применении удобрения в дозах N30-60. Наибольшая прибавка урожая зелёной массы получена при дозе N30. При внесении азотного удобрения в дозах N90-120 урожайность кукурузы была ниже не удобренного контроля. В 2016 г. существенный рост урожайности наблюдался с увеличением дозы азота до максимальной (N120), которая обеспечивала увеличение сбора зелёной массы на 52,5 %. В 2017 г. незначительное увеличение урожая зелёной массы (на 15,3 %) обеспечивала доза N60. Более высокие дозы удобрения оказались не эффективными.

Для выявления воздействия климатических показателей на величину прибавок урожая зелёной массы кукурузы от внесения азотного удобрения в различных дозах проведён корреляционный анализ.

Установлена линейная корреляционная зависимость между осадками в разные периоды вегетации кукурузы и прибавками урожая зелёной массы от азотного удобрения.

Рост урожайности кукурузы от азотного удобрения определялся не только дозой азота, но и количеством осадков (табл. 3). Так, коэффициенты корреляции между осадками в разные периоды и прибавками урожая зелёной массы составляли: при внесении дозы N30 от 0,22 до 0,47; N60 – 0,28-0,54; N90 – 0,26-0,54; N120 – 0,32-0,83.

Связь прибавок урожая от внесения удобрения и осадков, выпадающих в мае, при всех дозах азота была не существенной,  $t_{\text{факт}}$  меньше  $t_{\text{теор.}}$  (2,20).

Таблица 3. Результаты корреляционного анализа зависимости прибавок урожая зелёной массы кукурузы от осадков и ГТК (2015-2017 гг.)  
Table 3. The results of correlation analysis of the dependence of yield gain of corn green mass on precipitation and HTC (2015-2017)

Вариант/ Variant	Корреляционная связь/Correlation dependence	г- корре- ляция/ r-corre- lation	s <sub>r</sub> - ошибки корре- ляции/ s <sub>r</sub> -error of corre- lation	t <sub>факт</sub> (t- критерий Стьюдента факти- ческий)/t- Student criterion actual
N30/N30	Осадки май – прибавка урожая/Precipitation May – yield gain	-0,42	0,29	-1,48
	Осадки июнь – прибавка урожая/ Precipitation June – yield gain	0,47	0,28	1,67
	Осадки июль – прибавка урожая/ Precipitation July – yield gain	0,22	0,31	0,71
	Осадки июнь-июль – прибавка урожая/Precipitation June-July – yield gain	0,44	0,28	1,57
	Осадки май-июль – прибавка урожая/Precipitation May-July – yield gain	-0,14	0,31	-0,46
	ГТК май – прибавка урожая/HTC May – yield gain	-0,44	0,28	-1,53
	ГТК июнь – прибавка урожая/HTC June – yield gain	0,45	0,28	1,58
	ГТК июль – прибавка урожая/HTC July – yield gain	0,19	0,31	0,61
	ГТК июнь-июль – прибавка урожая/HTC June-July – yield gain	0,46	0,28	1,64
	ГТК май-июль – прибавка урожая/HTC May-July – yield gain	-0,39	0,29	-1,34
N60/N60	Осадки май – прибавка урожая / Precipitation May – yield gain	-0,17	0,31	-0,55
	Осадки июнь – прибавка урожая/ Precipitation June – yield gain	0,34	0,30	1,16
	Осадки июль – прибавка урожая/ Precipitation July – yield gain	0,54	0,27	2,03
	Осадки июнь-июль – прибавка урожая/Precipitation June-July – yield gain	0,49	0,28	1,78
	Осадки май-июль – прибавка урожая/Precipitation May-July – yield gain	0,28	0,30	0,91
	ГТК май – прибавка урожая/HTC May – yield gain	-0,20	0,31	-0,65
	ГТК июнь – прибавка урожая/HTC June – yield gain	0,24	0,31	0,78
	ГТК июль – прибавка урожая/HTC July – yield gain	0,53	0,27	1,97
	ГТК июнь-июль – прибавка урожая/HTC June-July – yield gain	0,45	0,28	1,60
	ГТК май-июль – прибавка урожая/HTC May-July – yield gain	-0,09	0,32	-0,28
N90/N90	Осадки май – прибавка урожая / Precipitation May – yield gain	-0,20	0,31	-0,63
	Осадки июнь – прибавка урожая/ Precipitation June – yield gain	0,37	0,29	1,26
	Осадки июль – прибавка урожая/ Precipitation July – yield gain	0,54	0,27	2,05
	Осадки июнь-июль – прибавка урожая/Precipitation June-July – yield gain	0,51	0,27	1,89
	Осадки май-июль – прибавка урожая/Precipitation May-July – yield gain	0,26	0,31	0,85
	ГТК май – прибавка урожая/HTC May – yield gain	-0,23	0,31	-0,74
	ГТК июнь – прибавка урожая/HTC June – yield gain	0,27	0,30	0,88
	ГТК июль – прибавка урожая/HTC July – yield gain	0,53	0,27	1,98
	ГТК июнь-июль – прибавка урожая/HTC June-July – yield gain	0,47	0,28	1,71
	ГТК май-июль – прибавка урожая/HTC May-July – yield gain	-0,11	0,31	-0,36
N120/ N120	Осадки май – прибавка урожая / Precipitation May – yield gain	-0,38	0,29	-1,31
	Осадки июнь – прибавка урожая/ Precipitation June – yield gain	<b>0,64</b>	<b>0,24</b>	<b>2,60</b>
	Осадки июль – прибавка урожая/ Precipitation July – yield gain	<b>0,81</b>	<b>0,19</b>	<b>4,35</b>
	Осадки июнь-июль – прибавка урожая/Precipitation June-July – yield gain	<b>0,83</b>	<b>0,18</b>	<b>4,62</b>
	Осадки май-июль – прибавка урожая/Precipitation May-July – yield gain	0,32	0,30	1,07
	ГТК май – прибавка урожая/HTC May – yield gain	-0,43	0,29	-1,51
	ГТК июнь – прибавка урожая/HTC June – yield gain	0,49	0,28	1,76
	ГТК июль – прибавка урожая/HTC July – yield gain	<b>0,78</b>	<b>0,20</b>	<b>4,00</b>
	ГТК июнь-июль – прибавка урожая/HTC June-July – yield gain	<b>0,78</b>	<b>0,20</b>	<b>3,91</b>
	ГТК май-июль – прибавка урожая/HTC May-July – yield gain	-0,26	0,31	-0,85

Отсутствие такой связи, возможно, обусловлено тем, что в начале вегетации растения кукурузы поглощают азот менее интенсивно (Володарский Н.И., 1975). В мае кукуруза находится в фазе 5-8 листьев. Наибольшая скорость потребления азота растениями наступает в период вымётывания метёлки и цветения початков (Агеев В.В. и Подколзин А.И., 2001; Володарский Н.И., 1975). Интенсивный рост растений раннеспелого гибрида кукурузы Машук 185 МВ наблюдается в июне, вымётывание метёлки, а также цветение метёлки и початка – в июле.

При внесении удобрения в дозе N30 зависимость прибавок урожая зелёной массы от суммы осадков за июнь и июль незначительная, так как  $t_{\text{факт}}$  меньше  $t_{\text{теор.}}$  (2,20).

При применении удобрения в дозах N60 и N90 существенная средняя связь выявлена между прибавками урожая зелёной массы и осадками за июль ( $r=0,54$ ). Большое значение для проявления высокой эффективности азотного удобрения в этих дозах также имеет сумма осадков за июнь-июль. В случае применения удобрения в высокой дозе N120 установлена существенная средняя зависимость прибавок урожая зелёной массы от осадков за июнь и ( $r=0,64$ ) и сильная зависимость прибавок урожая от осадков в июле ( $r=0,81$ ).

Следует отметить, что для дозы удобрения N120 осадки в июне и июле имеют большее значение по сравнению с низкими и средними дозами. В меньшей степени зависит от осадков эффективность дозы N30.

Между среднесуточной температурой воздуха и размерами прибавок урожая зелёной массы не выявлено существенной связи. Однако имеет место зависимость эффективности разных доз азотного удобрения от ГТК, который определяется суммой осадков и температур по месяцам. Сильная линейная корреляционная зависимость между ГТК в июле и величиной прибавки урожая зелёной массы отмечена при внесении N120 ( $r=0,78$ ). Зависимость прибавок урожая зелёной массы, получаемых от доз N60 и N90, была средней ( $r=0,54$ ). Повышение урожайности кукурузы от дозы N30 было в наименьшей степени подвержено влиянию гидротермического коэффициента, связь между прибавками и ГТК за июль – слабая ( $r=0,19$ ), а за июнь – средняя ( $r=0,45$ ).

### **Обсуждение полученных результатов.**

Положительное влияние минеральных удобрений на рост урожайности зелёной массы кукурузы отмечают многие исследователи (Стулин А.Ф., 2012; Багринцева В.Н. и Сухоярская Г.Н., 2008; Никитин В.В. и Навальнев В.В., 2016; Усанова З.И. и Шальнов И.В., 2013; Семина С.А. и Иняхин А.Г., 2013; Багринцева В.Н. и др., 2017). Однако имеет значение не сам факт применения удобрений, важнее оптимизация вносимых доз для обеспечения высокой экономической окупаемости. Установлено, что на эффективность минеральных удобрений кроме дозы оказывают влияние различия в отзывчивости гибридов кукурузы на их внесение, а также обеспеченность влагой зоны возделывания (Агафонов Е.В. и Батаков А.А., 2000; Багринцева В.Н. и Ивашенко И.Н., 2018; Мингалев С.К. и др., 2013).

Выявленные нами корреляционные зависимости позволили установить причины низкой эффективности и низких прибавок урожая зелёной массы кукурузы при внесении разных доз азотного удобрения. Как показали исследования, на эффективность азотного удобрения и величину прибавки урожая зелёной массы кукурузы существенное влияние оказывает влагообеспеченность в период активного роста и накопления вегетативной массы кукурузы.

Анализ полученных результатов показал, что в наибольшей степени от осадков и ГТК в июне и июле зависит эффективность внесения под кукурузу высокой дозы азота N120. Низкая доза азота N30 эффективна при любом количестве осадков за период июнь-июль и в меньшей степени зависит от уровня влагообеспеченности по сравнению с высокими дозами.

Учитывая сильную зависимость эффективности применения азотных удобрений от осадков, в Ставропольском крае выбор доз азота под кукурузу необходимо основывать на прогнозе погоды в июне-июле. При прогнозируемом дефиците осадков целесообразнее под кукурузу на зелёную массу вносить низкие дозы азота. С целью получения максимального урожая зелёной массы кукурузы вносить азотное удобрение в дозах N90-120 можно при прогнозе на достаточную влагообеспеченность в июне-июле.

**Выводы.**

В зоне достаточного увлажнения Ставропольского края рост урожайности зелёной массы кукурузы от азотного удобрения определяется не только дозой, но и количеством осадков и гидро-термическим коэффициентом (ГТК) в июне-июле. Повышение урожайности кукурузы за счёт удобрения зависит, главным образом, от осадков в июле. Коэффициент корреляционной зависимости между прибавками урожая и осадками в июле возрастает с увеличением дозы азота от N30 до N120 с 0,22 до 0,81, а между прибавками урожая и ГТК – с 0,19 до 0,78. В наибольшей степени от осадков и ГТК зависит эффективность высокой дозы азота N120. При применении удобрения в высокой дозе N120 установлена существенная средняя зависимость прибавок урожая зелёной массы от осадков за июнь ( $r=0,64$ ) и сильная зависимость от осадков в июле ( $r=0,81$ ).

На действие низкой дозы удобрения N30 осадки в июле не оказывают существенного влияния, что указывает на её стабильную эффективность.

## Литература

1. Агафонов Е.В., Батаков А.А. Применение удобрений под гибриды разного срока созревания // Кукуруза и сорго. 2000. № 3. С. 6-7. [Agafonov EV, Batakov AA. Primenenie udobrenii pod gibridy raznogo sroka sozrevaniya. Kukuruza i sorgo. 2000;3:6-7. (In Russ)].
2. Агеев В.В., Подколзин А.И. Система удобрения в севооборотах Юга России: учеб. пособие для студентов вузов агр. специальностей. 2. изд-е, перераб. и доп. Ставрополь: Ставроп. ГСХА, 2001. С. 191-201. [Ageev VV, Podkolzin AI. Sistema udobreniya v sevooborotakh Yuga Rossii: ucheb. posobie dlya studentov vuzov agron. spetsial'nostei. 2. izd-e, pererab. i dop. Stavropol': Stavrop. GSKhA; 2001. P. 191-201. (In Russ)].
3. Акинчин А.В., Кузнецова Л.Н., Линков С.А. Формирование урожая и качества силоса кукурузы в зависимости от способов основной обработки почвы и удобрений // Кукуруза и сорго. 2012. № 3. С. 18-20. [Akinchin AV, Kuznetsova LN, Linkov SA. Formirovanie urozhaya i kachestva silosa kukuruzy v zavisimosti ot sposobov osnovnoi obrabotki pochvy i udobrenii. Kukuruza i sorgo. 2012;3:18-20. (In Russ)].
4. Багринцева В.Н., Ивашенко И.Н. Влияние доз азотного удобрения на урожайность гибридов кукурузы (*Zea mays L.*) // Проблемы агрохимии и экологии. 2018. № 1. С. 13-18. [Bagrintseva VN, Ivashenko IN. Nitrogen fertilizers doses influence on the yield of corn (*Zea mays L.*) hybrides. Problemy agrokhimii i ekologii. 2018;1:13-18. (In Russ)].
5. Багринцева В.Н., Сухоярская Г.Н. Эффективность аммиачной селитры, аммофоса и нитроаммофоски при возделывании кукурузы // Проблемы агрохимии и экологии. 2008. № 4. С. 24-26. [Bagrintseva VN, Sukhoyarskaya GN. Effektivnost' ammiachnoi selitry, ammososa i nitroammosofski pri vzdelyvanii kukuruzy. Problemy agrokhimii i ekologii. 2008;4:24-26. (In Russ)].
6. Багринцева В.Н., Шмалько И.А., Ивашенко И.Н. Агротехнические приёмы, влияющие на урожайность зелёной массы кукурузы // Кормопроизводство. 2017. № 1. С. 27-29. [Bagrintseva VN, Shmalko IA, Ivashenko IN. Cultivation techniques' effect on maze green mass productivity. Fodder Production. 2017;1:27-29. (In Russ)].
7. Володарский Н.И. Биологические основы возделывания кукурузы. М.: Колос, 1975. С. 211. [Volodarskii NI. Biologicheskie osnovy vzdelyvaniya kukuruzy. Moscow: Kolos; 1975. P. 211. (In Russ)].
8. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. 4-е изд-е, доп. и перераб. М.: Колос, 1979. 416 с. [Dospikhov BA. Metodika polevogo opyta. 4-e izd., dop. i pererab. Moscow: Kolos; 1979. 416 p. (In Russ)].
9. Кукуруза. Агротехнические основы возделывания на чернозёмах Западного Предкавказья / Т.Р. Толорая, Н.Ф. Лавренчук, М.В. Чумак, В.П. Малаканова; науч. ред.: П.П. Васюков; А.А. Романенко. Краснодар, 2003. С. 70-91. [Toloraya TR, Lavrenchuk NF, Chumak MV, Malakanova VP. Kukuruza. Agrotekhnicheskie osnovy vzdelyvaniya na chernozemakh Zapadnogo Predkavkaz'ya; nauch. red.: Vasyukov PP.; Romanenko AA. Krasnodar, 2003. P. 70-91. (In Russ)].

10. Никитин В.В., Навальнев В.В. Влияние длительного применения удобрений на продуктивность и качество кукурузы // Кукуруза и сорго. 2016. № 1. С. 32-35. [Nikitin VV, Navalnev VV. The influence of long application of fertilizers on productivity and quality of maize. Kukuruzi i sorgo. 2016;1:32-35. (*In Russ*)].

11. Семина С.А., Иняхин А.Г. Продуктивность кукурузы в зависимости от приёмов возделывания // Кормопроизводство. 2013. № 6. С. 15-17. [Semina SA, Inyakhin AG. Maize productivity dependent on cultivation methods. Fodder Production. 2013;6:15-17. (*In Russ*)].

12. Стулин А.Ф. Влияние видов удобрений на урожайность кукурузы в условиях Воронежской области // Кукуруза и сорго. 2012. № 1. С. 19-24. [Stulin AF. Effect of fertilizer on maize yields in the Voronezh region. Kukuruzi i sorgo. 2012;1:19-24. (*In Russ*)].

13. Таран Д.А. Продуктивность гибридов кукурузы в зависимости от припосевного внесения и подкормки азотом и гуматом калия на чернозёме выщелоченном Западного Предкавказья: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Краснодар, 2013. 24 с. [Taran DA. Produktivnost' gibridov kukuruzy v zavisimosti ot priposevnogo vnesheniya i podkormki azotom i gumatom kaliya na chernozeme vshchelochnom Zapadnogo Predkavkaz'ya: avtoref. dis. ... kand. s.-kh. nauk. Krasnodar, 2013. 24 p. (*In Russ*)].

14. Усанова З.И., Шальнов И.В. Влияние фона минерального питания и густоты стояния на величину и качество урожая раннеспелого гибрида кукурузы в Верхневолжье // Кормопроизводство. 2013. № 2. С. 21-23. [Usanova ZI, Shalnov IV. Effect of plant density and background mineral nutrition on yield quantity and quality of early maturing maize hybrids in the Upper Volga. Fodder Production. 2013;2:21-23. (*In Russ*)].

15. Формирование урожая зелёной массы и зерновой продуктивности гибридов кукурузы при разных сроках посева в условиях Среднего Урала / С.К. Мингалев, Н.Н. Зезин, М.А. Намятов, В.Р. Лаптев, И.В. Суринов // Кормопроизводство. 2013. № 9. С. 29-31. [Mingalev SK, Zezin NN, Namyatov MA, Laptev VR, Surin IV. Formirovanie urozhaya zelenoi massy i zernovoi produktivnosti gibridov kukuruzy pri raznykh srokakh poseva v usloviyakh Srednego Urala. Fodder Production. 2013;9:29-31. (*In Russ*)].

16. Шахов М.С., Потатурина Н.В. Нужны ли кукурузе удобрения // Кукуруза и сорго. 1996. № 2. С. 22. [Shakhov MS, Potaturina NV. Nuzhny li kukuruze udobreniya. Kukuruzi i sorgo. 1996;2:22. (*In Russ*)].

17. Шелганов И.И., Воронин А.Н. Особенности минерального питания кукурузы // Кукуруза и сорго. 2008. № 4. С. 10-11. [Shelganov II, Voronin AN. Osobennosti mineral'nogo pitaniya kukuruzy. Kukuruzi i sorgo. 2008;4:10-11. (*In Russ*)].

18. Щукина В.В. Влияние минеральных удобрений на урожай кукурузы на силос // Основные пути повышения плодородия почв Ставрополя: науч. тр. СНИИСХ. Ставрополь, 1982. С. 77-79. [Shchukina VV. Vliyanie mineral'nykh udobrenii na urozhai kukuruzy na silos. Osnovnyye puti povysheniya plodorodiya pochv Stavropol'ya: nauch. tr. SNIISKh. Stavropol', 1982. P. 77-79. (*In Russ*)].

#### References

1. Agafonov EV, Batakov AA. The use of fertilizers for hybrids with different maturity. Corn and sorghum. 2000;3:6-7.

2. Ageev VV, Podkolzin AI. Fertilizer system in crop rotation of the South of Russia: manual for university students of agron. specialties. 2. ed., Rev. and add. Stavropol: Stavropol. SAA; 2001. P. 191-201.

3. Akinchin AV, Kuznetsova LN, Linkov SA. Formation of yield and quality of corn silage depending on the methods of primary tillage and fertilizers. Corn and sorghum. 2012;3:18-20.

4. Bagrintseva VN, Ivashenko IN. The effect of doses of nitrogen fertilizer on productivity of corn hybrids (*Zea mays L.*). Problems of agrochemistry and ecology. 2018;1:13-18.

5. Bagrintseva VN, Sukhoyarskaya GN. Efficiency of ammonium nitrate, ammophos and ammonium nitrate phosphate fertilizer in the cultivation of corn. Problems of agricultural chemistry and ecology. 2008. No. 4. P. 24-26.



6. Bagrintseva VN, Shmalko IA, Ivashenko IN. Agrotechnical techniques affecting the yield of green mass of corn. *Feed production*. 2017;1:27-29.
7. Volodarsky NI. The biological basis of corn cultivation. Moscow: Kolos, 1975. P. 211.
8. Dospikhov BA. Methodology of field experience. 4th ed. and add. Moscow: Kolos; 1979. 416 p.
9. Toloraya TR, Lavrenchuk NF, Chumak MV, Malakanova VP. Corn. Agrotechnical foundations of cultivation on chernozems of the Western Ciscaucasia. Vasyukov PP; Romanenko AA, Science Editors. Krasnodar, 2003. P. 70-91.
10. Nikitin VV, Navalnev VV. The effect of prolonged use of fertilizers on productivity and quality of corn. *Corn and sorghum*. 2016;1:32-35.
11. Semina SA, Inyakhin AG. The productivity of corn depending on the methods of cultivation. *Fodder Production*. 2013;6:15-17.
12. Stulin AF. The effect of fertilizer types on corn productivity in Voronezh region. *Corn and sorghum*. 2012;1:19-24.
13. Taran DA. Productivity of corn hybrids depending on sowing and feeding with nitrogen and potassium humate on leached chernozem of the Western Ciscaucasia: author. dis. ... Cand. Agr. Sciences. Krasnodar, 2013. 24 p.
14. Usanova ZI, Shalnov IV. The influence of the background of mineral nutrition and standing density on the size and quality of the crop of an early ripening hybrid of corn in the Upper Volga. *Fodder Production*. 2013;2:21-23.
15. Mingalev SK, Zezin NN, Namyatov MA, Laptev VR, Surin IV. The formation of green mass yield and grain productivity of corn hybrids at different sowing dates in the conditions of the Middle Urals. *Fodder Production*. 2013;9:29-31.
16. Shakhov MS, Potaturina NV. Are fertilizers needed for corn. *Corn and sorghum*. 1996;2:22.
17. Shelganov II, Voronin AN. Peculiarities of the mineral nutrition of corn. *Corn and sorghum*. 2008;4:10-11.
18. Schukina VV. The effect of mineral fertilizers on corn yield on silage. The main ways to increase soil fertility in the Stavropol Territory: scientific. works SRIAGR. Stavropol, 1982:77-79.

**Багринцева Валентина Николаевна**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, главный научный сотрудник, и.о. заведующего отделом технологии возделывания кукурузы, Всероссийский научно-исследовательский институт кукурузы, 357528, г. Пятигорск, ул. Ермолова, 146, тел.: 8(8793)97-60-67, e-mail: maize-techno@mail.ru

**Ивашенко Иван Николаевич**, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник отдела технологии возделывания кукурузы, Всероссийский научно-исследовательский институт кукурузы, 357528, г. Пятигорск, ул. Ермолова, 146, тел.: 8(8793)97-60-67, e-mail: ivan-grass@mail.ru

Поступила в редакцию 23 июля 2019 г.; принята после решения редколлегии 16 сентября 2019 г.; опубликована 30 сентября 2019 г. / Received: 23 July 2019; Accepted: 16 September 2019; Published: 30 September 2019