

תקציר הדו"ח:

**אשרות המחקר:** 1. לחקור השפעות של דישון חנקני, תדירות השקיה ומצע גידול על הופעת כלורוזה בפרח שעווה, התפתחות הצמח ויבול פרחים. 2. לאפיין את ייצור החומר היבש ותצרוכת יסודות מזון על ידי פרח שעווה הנדרשים לקבלת יבול פרחים מיטבי.

**הניסויים שבוצעו:** נערכו ניסויים דומים במשך 3 שנים בצור משה (קרקע חול-חמרה) ובלכיש (קרקע חרסיתית). נבחנו 3 ריכוזי N במים (100, 50, 150 ח"מ, יחס אמון: חנקה 1:2) ו-3 תדירויות השקיה (כל 3, 6 ו-1/3 ימים), בצמחים (סנופלקס) שגדלו בקרקע עצמה או בבורות טוף (300 צמחים לדונם). כל טיפול פוצל לתת טיפול שקיבל ריסוס עלוותי מלא בברזל, ותת טיפול שקיבל ריסוס מופחת (50% בלכיש, ללא ריסוס בצור משה).

**עיקר התוצאות:** יבול הפרחים המירבי (254 ענפים פורחים באיכות יצוא לצמח, צור משה, שנה ב) התקבל בטיפול שהושקה כל 6 ימים בריכוז חנקן של 100 ח"מ (ריכוזי P ו-K - 20 ו-100 ח"מ). היתרון של 100 ח"מ N נבע מהורדת pH יעילה יותר בריזוספירה (6.6 לעומת 7.2 ב-50 ח"מ N) וקליטה מוגברת של מנגן עקב כך (צור משה). בריכוז 150 ח"מ N ירד ל-5.5. תדירות השקיה נמוכה תרמה כנראה באמצעות הגדלת נפח בית השורשים של הצמחים. תצרוכת המים בצור משה נעה בין 1 ל-18 ל' / צמח / יום בהתאם לעונה; תצרוכת K, P, מקטיף לקטיף היתה 13,70 ו-35 ג' / צמח, בהתאמה. הצמחים בלכיש היו קטנים לעומת צור משה ונתנו יבול מירבי של 145 ענפים פורחים לצמח, ללא תלות מובהקת בטיפול.

הדישון או תדירות ההשקיה. גידול בבורות טוף. שחור העלה את היבול בלכיש, אך לא בצור משה. ריסוס עלוותי בברזל העלה את יבול הפרחים בכל הטיפולים, במיוחד ברמת החנקן המיזערית, למרות שריכוז הברזל בעלים היה תקין. נראה שמנגן היה אחד מגורמי הגידול המגבילים בניסוי וריסוס בברזל מנע את התבטאות המחסור ע"י החלפת המנגן שבאנזים SOD, מצור בכלורופלסטים, בברזל.

**מסקנות:** הוגדרו מהלך ייצור החומר היבש ותצרוכת מים ויסודות מזון על ידי הצמח הדרושים לקבלת יבול גבוה ואיכותי. התברר שיש להמשיך ולדשן בחורף על מנת למנוע ירידה בריכוז היסודות בצמח, העלולה לפגוע ביבול. יש לבדוק את ההשערה שמנגן מגביל את התפתחות הצמח והיבול, במיוחד בקרקעות חרסיתיות, ולנסות ריסוס עלוותי ביסוד זה. עד אז מומלץ לאמץ את השיטה לגידול פרח שעווה בלכיש בבורות טוף ולהמשיך בריסוס עלוותי בברזל כמקובל. בצמחים בני שנתיים מספר הענפים הפורחים היה גדול בהרבה מצמחים בני שנה, למרות שייצור החומר היבש לא היה שונה. הדבר מיוחס להגדלת מספר הענפים הראשיים לאחר הקטיף הראשון. יש ללמוד את ההשפעה האפשרית של עיצוב צמחים לאחר השתילה, והגדלת מספר הענפים הראשיים שלהם, על יבול הפרחים.

# השפעת דישון חנקני, מצע הגידול ומרווחי השקיה על התפתחות צמחי פרס

## שעווה: I. יבול פרחים ותכולת כלורופיל בעלים

בר-יוסף, ב., א. זילבר, ט. מרקוביץ, אירית לבקוביץ, אסתר מור, ס. טולדו, נ. רואי

מבוא

פרס השעווה (*Chamaelaurium umicatum*) הוא גידול הפרחים הרביעי בחשיבותו בישראל מבחינת הפדיון והראשון בהיקף שטח גידולו. פרס שעווה גדל מאזור החוף במערב, ועד לכיש במזרח והנגב הצפוני בדרום. משטח נטוע של 550 דונם בשנת 1984 גדל שטח פרס השעווה בישראל עד ל-4000 דונם בשנות התשעים. בשנים האחרונות התפתחות הענף נעצרה, בין השאר בגלל בעיה של הצהבת עלים (כלורוזה) הפוגעת באיכות ענפי הפריחה ובמקרים קשים יותר, בצימוח ובהתפתחות צמחים. התופעה מיוחסת למחסורי ברזל והיא נפוצה בכל אזורי הגידול של פרס השעווה ובכל הקרקעות. הנסיון לתקן את הכלורוזה על ידי הוספת ברזל בצורת EDTA או EDDHA לקרקע היה זעיל בצורה חלקית בלבד ויקר ולכן נוהגים החקלאים לרסס את צמחי פרס השעווה כל 7-10 ימים בברזל גפרתי או כילטי. הדישון העלוותי מקטין את נזקי הכלורוזה אך יישומו מהווה מטלה קשה לחקלאים. ריבלין (1992) וחזן וחוברין (1996) ניסו לפתור את בעיות הכלורוזה בקרקע חרסיתית על ידי גידול צמחי פרס שעווה בתוך תלוליות או בורות עם טוף וולקני מרמת הגולן. השיטה הביאה לשיפור משמעותי בתנאי הקליטה, הצמיחה, ההבכרה וצבע העלוות, והקטינה את הצורך בריסוסי עלווה. חזן וחוברין (1996) סברו כי השיפור הושג בגלל תנאי אוורור משופרים יחסית לקרקע עצמה והודות ל-pH נמוך בריזוספירה. שיפור בגידול אגוזי אדמה ועלייה בתכולת כלורופיל בעלים הושגו על ידי תוספת של 0.5% (משקלי) של אבקת סלעי בזלת או טוף לקרקע גירית (Barak et al., 1983; זינגר וחוברין, 1983; Clemens and Singer, 1992).

השערת המחקר הנוכחי היתה שכלורוזה בפרס שעווה מושפעת ממשטר האוורור בקרקע ומה-pH בפן הביניים שורש-קרקע. בהשקיה בהתאם לצורכי הצמח בתוספת מקדם שטיפה של כ-10-20%, ממשטר האוורור מושפע על ידי תדירות ההשקיה. ה-pH בסביבת השורש מושפע מהיחס אמון:חנקן בדשן ומריכוז האמון בקרקע. התכן גם הצהבת עלים הנובעת ממחסור בחנקן. מטרת הניסוי היתה לגבש ממשק השקיה ודישון שיקטין את תופעת הכלורוזה בפרס שעווה, יצמצם את הצורך בריסוס עלווות בברזל, יגדיל את היבול וישפר את איכות ענפי הפריחה. מטרות יתרונות היו: (1) לימד השפעות של תדירות השקיה ודישון בחנקן על יבול, איכות ענפי פריחה, ריכוז כלורופיל בעלים, יצור תומר יבש והתפלגות תומר יבש בין איברי הצמח השונים. (2) לבחון השפעות של גידול צמחים בתוך בורות עם טוף וולקני על יבול והתפתחות הצמח יחסית לגידול בקרקע עצמה.

## חמרים ושיטות

הניסוי נערך במשקי סמי טולדו במושב צור משה (קרקע חול סיינית) וניר רואי במושב לכיש (קרקע חרסיתית). נתוני מציוי קרקע, הרכב כימי של מי ההשקיה ותנאי אקלים בשני האתרים מסוכמים בטבלאות 1 ו-2, בהתאמה. בשנת המחקר הראשונה נלמדה ההשפעה של שלושה סוגי טוף בבורות על יבול, איכות ענף הפריחה ותצורות המים ויסודות המזון על ידי הצמחים. התוצאות (ראה להלן) הראו שטוף שחור הוא המתאים ביותר לגידול פרס שעווה בבורות ולכן השתמשנו במצע זה בהמשך.

מנת המים בכל הטיפולים היתה אחידה ושווה לאבפורטנספירציה של צמח שגדל ב"ליזימטר" כפול מקדם שני בין 1.1 בתחילת הניסוי ל-1.3 בשיא התפתחות הצמחים. ה"ליזימטר" היה מיכל פלסטי בנפח 30 ל', מחורר

1 המחלקה לכימיה של הקרקע והזנת הצמח, המכון לקרקע ומים ואיכות הסביבה, מנהל המחקר החקלאי, בית-דגן 50250.  
e-mail senior author: VWBYSF@VOLCANI.AGRI.GOV.IL  
2 1998, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021, 2022, 2023, 2024, 2025, 2026, 2027, 2028, 2029, 2030, 2031, 2032, 2033, 2034, 2035, 2036, 2037, 2038, 2039, 2040, 2041, 2042, 2043, 2044, 2045, 2046, 2047, 2048, 2049, 2050, 2051, 2052, 2053, 2054, 2055, 2056, 2057, 2058, 2059, 2060, 2061, 2062, 2063, 2064, 2065, 2066, 2067, 2068, 2069, 2070, 2071, 2072, 2073, 2074, 2075, 2076, 2077, 2078, 2079, 2080, 2081, 2082, 2083, 2084, 2085, 2086, 2087, 2088, 2089, 2090, 2091, 2092, 2093, 2094, 2095, 2096, 2097, 2098, 2099, 2100, 2101, 2102, 2103, 2104, 2105, 2106, 2107, 2108, 2109, 2110, 2111, 2112, 2113, 2114, 2115, 2116, 2117, 2118, 2119, 2120, 2121, 2122, 2123, 2124, 2125, 2126, 2127, 2128, 2129, 2130, 2131, 2132, 2133, 2134, 2135, 2136, 2137, 2138, 2139, 2140, 2141, 2142, 2143, 2144, 2145, 2146, 2147, 2148, 2149, 2150, 2151, 2152, 2153, 2154, 2155, 2156, 2157, 2158, 2159, 2160, 2161, 2162, 2163, 2164, 2165, 2166, 2167, 2168, 2169, 2170, 2171, 2172, 2173, 2174, 2175, 2176, 2177, 2178, 2179, 2180, 2181, 2182, 2183, 2184, 2185, 2186, 2187, 2188, 2189, 2190, 2191, 2192, 2193, 2194, 2195, 2196, 2197, 2198, 2199, 2200, 2201, 2202, 2203, 2204, 2205, 2206, 2207, 2208, 2209, 2210, 2211, 2212, 2213, 2214, 2215, 2216, 2217, 2218, 2219, 2220, 2221, 2222, 2223, 2224, 2225, 2226, 2227, 2228, 2229, 2230, 2231, 2232, 2233, 2234, 2235, 2236, 2237, 2238, 2239, 2240, 2241, 2242, 2243, 2244, 2245, 2246, 2247, 2248, 2249, 2250, 2251, 2252, 2253, 2254, 2255, 2256, 2257, 2258, 2259, 2260, 2261, 2262, 2263, 2264, 2265, 2266, 2267, 2268, 2269, 2270, 2271, 2272, 2273, 2274, 2275, 2276, 2277, 2278, 2279, 2280, 2281, 2282, 2283, 2284, 2285, 2286, 2287, 2288, 2289, 2290, 2291, 2292, 2293, 2294, 2295, 2296, 2297, 2298, 2299, 2300, 2301, 2302, 2303, 2304, 2305, 2306, 2307, 2308, 2309, 2310, 2311, 2312, 2313, 2314, 2315, 2316, 2317, 2318, 2319, 2320, 2321, 2322, 2323, 2324, 2325, 2326, 2327, 2328, 2329, 2330, 2331, 2332, 2333, 2334, 2335, 2336, 2337, 2338, 2339, 2340, 2341, 2342, 2343, 2344, 2345, 2346, 2347, 2348, 2349, 2350, 2351, 2352, 2353, 2354, 2355, 2356, 2357, 2358, 2359, 2360, 2361, 2362, 2363, 2364, 2365, 2366, 2367, 2368, 2369, 2370, 2371, 2372, 2373, 2374, 2375, 2376, 2377, 2378, 2379, 2380, 2381, 2382, 2383, 2384, 2385, 2386, 2387, 2388, 2389, 2390, 2391, 2392, 2393, 2394, 2395, 2396, 2397, 2398, 2399, 2400, 2401, 2402, 2403, 2404, 2405, 2406, 2407, 2408, 2409, 2410, 2411, 2412, 2413, 2414, 2415, 2416, 2417, 2418, 2419, 2420, 2421, 2422, 2423, 2424, 2425, 2426, 2427, 2428, 2429, 2430, 2431, 2432, 2433, 2434, 2435, 2436, 2437, 2438, 2439, 2440, 2441, 2442, 2443, 2444, 2445, 2446, 2447, 2448, 2449, 2450, 2451, 2452, 2453, 2454, 2455, 2456, 2457, 2458, 2459, 2460, 2461, 2462, 2463, 2464, 2465, 2466, 2467, 2468, 2469, 2470, 2471, 2472, 2473, 2474, 2475, 2476, 2477, 2478, 2479, 2480, 2481, 2482, 2483, 2484, 2485, 2486, 2487, 2488, 2489, 2490, 2491, 2492, 2493, 2494, 2495, 2496, 2497, 2498, 2499, 2500, 2501, 2502, 2503, 2504, 2505, 2506, 2507, 2508, 2509, 2510, 2511, 2512, 2513, 2514, 2515, 2516, 2517, 2518, 2519, 2520, 2521, 2522, 2523, 2524, 2525, 2526, 2527, 2528, 2529, 2530, 2531, 2532, 2533, 2534, 2535, 2536, 2537, 2538, 2539, 2540, 2541, 2542, 2543, 2544, 2545, 2546, 2547, 2548, 2549, 2550, 2551, 2552, 2553, 2554, 2555, 2556, 2557, 2558, 2559, 2560, 2561, 2562, 2563, 2564, 2565, 2566, 2567, 2568, 2569, 2570, 2571, 2572, 2573, 2574, 2575, 2576, 2577, 2578, 2579, 2580, 2581, 2582, 2583, 2584, 2585, 2586, 2587, 2588, 2589, 2590, 2591, 2592, 2593, 2594, 2595, 2596, 2597, 2598, 2599, 2600, 2601, 2602, 2603, 2604, 2605, 2606, 2607, 2608, 2609, 2610, 2611, 2612, 2613, 2614, 2615, 2616, 2617, 2618, 2619, 2620, 2621, 2622, 2623, 2624, 2625, 2626, 2627, 2628, 2629, 2630, 2631, 2632, 2633, 2634, 2635, 2636, 2637, 2638, 2639, 2640, 2641, 2642, 2643, 2644, 2645, 2646, 2647, 2648, 2649, 2650, 2651, 2652, 2653, 2654, 2655, 2656, 2657, 2658, 2659, 2660, 2661, 2662, 2663, 2664, 2665, 2666, 2667, 2668, 2669, 2670, 2671, 2672, 2673, 2674, 2675, 2676, 2677, 2678, 2679, 2680, 2681, 2682, 2683, 2684, 2685, 2686, 2687, 2688, 2689, 2690, 2691, 2692, 2693, 2694, 2695, 2696, 2697, 2698, 2699, 2700, 2701, 2702, 2703, 2704, 2705, 2706, 2707, 2708, 2709, 2710, 2711, 2712, 2713, 2714, 2715, 2716, 2717, 2718, 2719, 2720, 2721, 2722, 2723, 2724, 2725, 2726, 2727, 2728, 2729, 2730, 2731, 2732, 2733, 2734, 2735, 2736, 2737, 2738, 2739, 2740, 2741, 2742, 2743, 2744, 2745, 2746, 2747, 2748, 2749, 2750, 2751, 2752, 2753, 2754, 2755, 2756, 2757, 2758, 2759, 2760, 2761, 2762, 2763, 2764, 2765, 2766, 2767, 2768, 2769, 2770, 2771, 2772, 2773, 2774, 2775, 2776, 2777, 2778, 2779, 2780, 2781, 2782, 2783, 2784, 2785, 2786, 2787, 2788, 2789, 2790, 2791, 2792, 2793, 2794, 2795, 2796, 2797, 2798, 2799, 2800, 2801, 2802, 2803, 2804, 2805, 2806, 2807, 2808, 2809, 2810, 2811, 2812, 2813, 2814, 2815, 2816, 2817, 2818, 2819, 2820, 2821, 2822, 2823, 2824, 2825, 2826, 2827, 2828, 2829, 2830, 2831, 2832, 2833, 2834, 2835, 2836, 2837, 2838, 2839, 2840, 2841, 2842, 2843, 2844, 2845, 2846, 2847, 2848, 2849, 2850, 2851, 2852, 2853, 2854, 2855, 2856, 2857, 2858, 2859, 2860, 2861, 2862, 2863, 2864, 2865, 2866, 2867, 2868, 2869, 2870, 2871, 2872, 2873, 2874, 2875, 2876, 2877, 2878, 2879, 2880, 2881, 2882, 2883, 2884, 2885, 2886, 2887, 2888, 2889, 2890, 2891, 2892, 2893, 2894, 2895, 2896, 2897, 2898, 2899, 2900, 2901, 2902, 2903, 2904, 2905, 2906, 2907, 2908, 2909, 2910, 2911, 2912, 2913, 2914, 2915, 2916, 2917, 2918, 2919, 2920, 2921, 2922, 2923, 2924, 2925, 2926, 2927, 2928, 2929, 2930, 2931, 2932, 2933, 2934, 2935, 2936, 2937, 2938, 2939, 2940, 2941, 2942, 2943, 2944, 2945, 2946, 2947, 2948, 2949, 2950, 2951, 2952, 2953, 2954, 2955, 2956, 2957, 2958, 2959, 2960, 2961, 2962, 2963, 2964, 2965, 2966, 2967, 2968, 2969, 2970, 2971, 2972, 2973, 2974, 2975, 2976, 2977, 2978, 2979, 2980, 2981, 2982, 2983, 2984, 2985, 2986, 2987, 2988, 2989, 2990, 2991, 2992, 2993, 2994, 2995, 2996, 2997, 2998, 2999, 3000, 3001, 3002, 3003, 3004, 3005, 3006, 3007, 3008, 3009, 3010, 3011, 3012, 3013, 3014, 3015, 3016, 3017, 3018, 3019, 3020, 3021, 3022, 3023, 3024, 3025, 3026, 3027, 3028, 3029, 3030, 3031, 3032, 3033, 3034, 3035, 3036, 3037, 3038, 3039, 3040, 3041, 3042, 3043, 3044, 3045, 3046, 3047, 3048, 3049, 3050, 3051, 3052, 3053, 3054, 3055, 3056, 3057, 3058, 3059, 3060, 3061, 3062, 3063, 3064, 3065, 3066, 3067, 3068, 3069, 3070, 3071, 3072, 3073, 3074, 3075, 3076, 3077, 3078, 3079, 3080, 3081, 3082, 3083, 3084, 3085, 3086, 3087, 3088, 3089, 3090, 3091, 3092, 3093, 3094, 3095, 3096, 3097, 3098, 3099, 3100, 3101, 3102, 3103, 3104, 3105, 3106, 3107, 3108, 3109, 3110, 3111, 3112, 3113, 3114, 3115, 3116, 3117, 3118, 3119, 3120, 3121, 3122, 3123, 3124, 3125, 3126, 3127, 3128, 3129, 3130, 3131, 3132, 3133, 3134, 3135, 3136, 3137, 3138, 3139, 3140, 3141, 3142, 3143, 3144, 3145, 3146, 3147, 3148, 3149, 3150, 3151, 3152, 3153, 3154, 3155, 3156, 3157, 3158, 3159, 3160, 3161, 3162, 3163, 3164, 3165, 3166, 3167, 3168, 3169, 3170, 3171, 3172, 3173, 3174, 3175, 3176, 3177, 3178, 3179, 3180, 3181, 3182, 3183, 3184, 3185, 3186, 3187, 3188, 3189, 3190, 3191, 3192, 3193, 3194, 3195, 3196, 3197, 3198, 3199, 3200, 3201, 3202, 3203, 3204, 3205, 3206, 3207, 3208, 3209, 3210, 3211, 3212, 3213, 3214, 3215, 3216, 3217, 3218, 3219, 3220, 3221, 3222, 3223, 3224, 3225, 3226, 3227, 3228, 3229, 3230, 3231, 3232, 3233, 3234, 3235, 3236, 3237, 3238, 3239, 3240, 3241, 3242, 3243, 3244, 3245, 3246, 3247, 3248, 3249, 3250, 3251, 3252, 3253, 3254, 3255, 3256, 3257, 3258, 3259, 3260, 3261, 3262, 3263, 3264, 3265, 3266, 3267, 3268, 3269, 3270, 3271, 3272, 3273, 3274, 3275, 3276, 3277, 3278, 3279, 3280, 3281, 3282, 3283, 3284, 3285, 3286, 3287, 3288, 3289, 3290, 3291, 3292, 3293, 3294, 3295, 3296, 3297, 3298, 3299, 3300, 3301, 3302, 3303, 3304, 3305, 3306, 3307, 3308, 3309, 3310, 3311, 3312, 3313, 3314, 3315, 3316, 3317, 3318, 3319, 3320, 3321, 3322, 3323, 3324, 3325, 3326, 3327, 3328, 3329, 3330, 3331, 3332, 3333, 3334, 3335, 3336, 3337, 3338, 3339, 3340, 3341, 3342, 3343, 3344, 3345, 3346, 3347, 3348, 3349, 3350, 3351, 3352, 3353, 3354, 3355, 3356, 3357, 3358, 3359, 3360, 3361, 3362, 3363, 3364, 3365, 3366, 3367, 3368, 3369, 3370, 3371, 3372, 3373, 3374, 3375, 3376, 3377, 3378, 3379, 3380, 3381, 3382, 3383, 3384, 3385, 3386, 3387, 3388, 3389, 3390, 3391, 3392, 3393, 3394, 3395, 3396, 3397, 3398, 3399, 3400, 3401, 3402, 3403, 3404, 3405, 3406, 3407, 3408, 3409, 3410, 3411, 3412, 3413, 3414, 3415, 3416, 3417, 3418, 3419, 3420, 3421, 3422, 3423, 3424, 3425, 3426, 3427, 3428, 3429, 3430, 3431, 3432, 3433, 3434, 3435, 3436, 3437, 3438, 3439, 3440, 3441, 3442, 3443, 3444, 3445, 3446, 3447, 3448, 3449, 3450, 3451, 3452, 3453, 3454, 3455, 3456, 3457, 3458, 3459, 3460, 3461, 3462, 3463, 3464, 3465, 3466, 3467, 3468, 3469, 3470, 3471, 3472, 3473, 3474, 3475, 3476, 3477, 3478, 3479, 3480, 3481, 3482, 3483, 3484, 3485, 3486, 3487, 3488, 3489, 3490, 3491, 3492, 3493, 3494, 3495, 3496, 3497, 3498, 3499, 3500, 3501, 3502, 3503, 3504, 3505, 3506, 3507, 3508, 3509, 3510, 3511, 3512, 3513, 3514, 3515, 3516, 3517, 3518, 3519, 3520, 3521, 3522, 3523, 3524, 3525, 3526, 3527, 3528, 3529, 3530, 3531, 3532, 3533, 3534, 3535, 3536, 3537, 3538, 3539, 3540, 3541, 3542, 3543, 3544, 3545, 3546, 3547, 3548, 3549, 3550, 3551, 3552, 3553, 3554, 3555, 3556, 3557, 3558, 3559, 3560, 3561, 3562, 3563, 3564, 3565, 3566, 3567, 3568, 3569, 3570, 3571, 3572, 3573, 3574, 3575, 3576, 3577, 3578, 3579, 3580, 3581, 3582, 3583, 3584, 3585, 3586, 3587, 3588, 3589, 3590, 3591, 3592, 3593, 3594, 3595, 3596, 3597, 3598, 3599, 3600, 3601, 3602, 3603, 3604, 3605, 3606, 3607, 3608, 3609, 3610, 3611, 3612, 3613, 3614, 3615, 3616, 3617, 3618, 3619, 3620, 3621, 3622, 3623, 3624, 3625, 3626, 3627, 3628, 3629, 3630, 3631, 3632, 3633, 3634, 3635, 3636, 3637, 3638, 3639, 3640, 3641, 3642, 3643, 3644, 3645, 3646, 3647, 3648, 3649, 3650, 3651, 3652, 3653, 3654, 3655, 3656, 3657, 3658, 3659, 3660, 3661, 3662, 3663, 3664, 3665, 3666, 3667, 3668, 3669, 3670, 3671, 3672, 3673, 3674, 3675, 3676, 3677, 3678, 3679, 3680, 3681, 3682, 3683, 3684, 3685, 3686, 3687, 3688, 3689, 3690, 3691, 3692, 3693, 3694, 3695, 3696, 3697, 3698, 3699, 3700, 3701, 3702, 3703, 3704, 3705, 3706, 3707, 3708, 3709, 3710, 3711, 3712, 3713, 3714, 3715, 3716, 3717, 3718, 3719, 3720, 3721, 3722, 3723, 3724, 3725, 3726, 3727, 3728, 3729, 3730, 3731, 3732, 3733, 3734, 3735, 3736, 3737, 3738, 3739, 3740, 3741, 3742, 3743, 3744, 3745, 3746, 3747, 3748, 3749, 3750, 3751,

בתחתית, שהנקז שלו נאסף ונבדק מדי השקיה. מנות ההשקיה והדישון היו זהות לאלו שנתנו בשדה. הליזימטר נאזר בקרקע המקומית או בטוף. המקדס עודכן לפי היחס בין גודל צמח מייצג בשדה וגודל צמח ב"ליזימטר" ובהתאם למתח המים בקרקע. המתח נמדד בעזרת טנסיומטרים שהוצבו בעומק 20, 40 ו-60 ובמרחק  $3 \pm 12$  ס"מ מטפטפת הצמח. כמויות מי ההשקיה בפועל מוצגות בטבלה 2.

בחדש דצמבר 1995 רוססו כל הצמחים בצור משה בחומר מנסי (L Chloroethyl trimethylammonium chloride) בריכוז של 1% (ללא משטח) על מנת למנוע פריצות של ענפים מעל לפרחים. בלכיש לא בוצע ריסוס כזה. בשנת 1996 בוצע הריסוס בשני האתרים באמצע חודש בנובמבר. בשנים 1995-6 ו-1996-7 נמדדו הגובה והרוחב של חמישה צמחים בכל חזרה וחושב נפח הנוף. ריכוז הכלורופיל בעלים צעירים (שלושה מפרקים עליונים של ענפים) נבדק לפי Inskeep and Bloom, (1985) בכל חזרה סומנו שישה צמחים: שלושה ללא ריסוס (צור משה) או ריסוס מופחת (לכיש), ושלושה עם ריסוס מלא בתכשירי ברזל. בצמחים אלה נשקל הנוף בזמן האסיף ומוינו ונספרו הענפים הפורחים שהיו ראויים לשיווק נספרו ומוינו לפי אורך. התוצאות נותחו בתכנית GLM של SAS. ניסוי I: השפעת מצע הגידול (צור משה).

מבנה הניסוי היה בלוקים באקראי בחמש חזרות (12 צמחים לחלקה) והוא נערך בצור משה במשק טולדו. הזין שנבחר היה "Snow-flake" (שתילת 7.5.1993) השתילים היו ממשלת "משיח בגודל" עציץ 12". נפח בורות השתילה שומלאו במצע היה כ-40 ליטר. המצעים שנבדקו: (1). פומיס (טוף וולקניי נקבובי בצבע לבן הדומה בתכונותיו הפיסיקליות לטוף אדום ושחור אך מכיל כמות קטנה ביותר של מינרלי ברזל). (2). טוף אדום (המקובל ביותר בין מצעי הגידול ובו השתמשו גם ריבלין וחוברין, 1992). (3). טוף שחור (דומה בתכונותיו הפיסיקליות לטוף אדום אך מכיל כמות גדולה יותר של מינרלים של ברזל דו-ערכי). משטר הדישון וההשקיה היה כמו בטיפול Nmfh בטבלה 3.

ניסוי II: תגובת הצמח לדשן מורכב (יחס קבוע של N:P:K) ולתדירות השקיה.

מבנה הניסוי היה בלוקים באקראי בחמש חזרות (24 צמחים לחלקה). הזין שנבחר היה "Snow-flake", השתילים היו ממשלת "משיח" בגודל "עציץ 7". השתילה בצור משה ובלכיש היתה באוקטובר ובנובמבר 1994, בהתאמה, בערוגות ברוחב שני מטר במרחק של 1.5 מטר בין השתילים. הטיפולים מסוכמים בטבלה 3.

ניסוי III: תגובת הצמח לחנקן (P ו-K קבועים) ולתדירות השקיה.

לאחר קטיף הפרחים באביב 1996 ותקופת אקלוס בת חודש בה הושקו הצמחים ודושנו ברמה אחידה, שונו טיפולי הדישון ששמשו בניסוי II. כך שריכוזי הזרחן והאשלגן במים בכל הטיפולים היו 20 ו-100 מ"ג/ל, בהתאמה וההבדל היה רק בריכוז החנקן במים. עד 18.9.96 החנקן הוסף כאוראן 32 (32% חנקן מהם 50% אוראה, ו-50% אמון חנקתי "דשנים וחמרים כימיים"). החל מתאריך זה ועד הקטיף במאי 1997 החנקן הוסף כאמון גפריתי חנקתי נוזלי (12% חנקן, יחס אמון:חנקן 1:2, "דשנים וחמרים כימיים"). ריכוז יסודות הקורט היה נמוך ב-  $5 \pm 15$  לעומת 1995-6. במהלך החורף ההשקיה הדרושה היתה קטנה ולכן הועלה ריכוז תמיסת הדשן על מנת לשמור על ריכוז תקין של יסודות הזנה בתמיסת הקרקע. בימי הגשמים קיבלו הצמחים שני ליטר מים ליום לצורך הדישון.

## תוצאות ודיון

I. השפעת מצע הגידול על יבול ענפים פורחים.

משקל החלק העל קרקעי של צמחים שגדלו בבורות עם פומיס, טוף אדום ושחור היה שווה (12.2 ק"ג חומר טרי לצמח). סוגי הטוף השונים לא השפיעו באופן מובהק ( $p \leq 0.05$ ) גם על מספר הענפים הפורחים הראויים

לשיווק (115 לצמח) (תוצאות מפורטות אינן מתוצגות). חשיפת שורשים לצורך התבוננות בלבד לימדה שבצמח שגדל בטוף כ- 30% מהשורשים חדרו לנפח הקרקע המורטבת (רדיוס הרטבה 40-50 ס"מ מהגזע). המסקנה מתוצאות אלו היתה שטיפול הטוף בבורות בניסויים II ו-III יהיה עם טוף שחור.

בניסויים II ו-III בצור משה לא נמצא הבדל ביבול הענפים הפורחים, תכולת הכלורופיל בעלים ונפח הנוף בין צמחים שגדלו בבורות עם טוף שחור לבין צמחים שגדלו בבורות שמולאו חזרה בקרקע המקומית ושקיבלו מנות זהות של מים חדש (טיפול טוף מול טיפול NmmFb, טבלה 4). יוצא דופן היה אחוז הכלורופיל בתאריך 16.12.96 שהיה גבוה יותר בטוף מאשר בקרקע (1.05 ו-0.84 מ"ג לק"ג חומר יבש). בלכיש לעומת זאת, טיפול הטוף הביא לעלייה ביבול הפרחים בשנת 1997 בהשוואה לטיפול הקרקע (145 לעומת 101 ו-162 לעומת 108 ענפים פורחים לצמח עם ריסוס מופחת וריסוס מלא בברזל בהתאמה). כן נמצאה עלייה בריכוז הכלורופיל בעלים בדגימת 25.12.96 (1.10 לעומת 0.83 ו-1.09 לעומת 0.85 ג'ק"ג בטיפולים עם ריסוס מופחת ריסוס מלא בברזל, בהתאמה, טבלה 4). הגידול בבורות טוף בלכיש הביא לעלייה בנפח הנוף יחסית לטיפול המקביל בקרקע (איור 1). יש לזכור שבניסוי לכיש צמחים שגדלו באדמה לא נשתלו בבורות שמולאו מחדש בקרקע (כפי שנעשה בצור משה) וייתכן כי עובדה זו כשלעצמה תרמה לפער בין טיפול הטוף לטיפול הקרקע.

## II. השפעת הדישון

צמחים בצור משה שדושנו במנת דשן נמוכה (NI) ולא רוססו בברזל היו בעלי ריכוז כלורופיל נמוך בדגימת 16.12.96 (0.54 מ"ג/ק"ג, טבלה 4), התפתחו לאט במשך כל תקופת הניסוי (איור 1) וזיכו את מספר הענפים הפורחים הנמוך ביותר בהשוואה לצמחים ברמות דישון גבוהות יותר (100 לעומת  $164 \pm 18$  ו-189 לעומת  $188 \pm 8$  ענפים פורחים לצמח בשנים 96 ו-97, בהתאמה, טבלה 4). הסתכלות בצמחים אלו למדה שהכלורוזיס החמירה בתקופת החורף. כנראה בגלל שטיפת הדשן על ידי הגשמים. דישון גדוש (N) בצור משה לא השפיע באופן מובהק על ריכוז הכלורופיל יחסית לדישון הבינוני (Nmm) ואף הוריד את היבול יחסית אליו (טבלה 4). נפח הנוף בצמחים שלא רוססו בברזל בצור משה בתאריך 16.1.97 ירד לפי הסדר: Nmm, טוף, NI ו-NI (2.81, 2.78, 2.45 ו-1.62 מ<sup>3</sup> לצמח, בהתאמה).

בלכיש לא נמצאה השפעה עקבית של טיפולי הדישון על יבול הפרחים ועל ריכוז הכלורופיל בעלים (טבלה 4). חוסר התגובה נובע מתצורות חנקן נמוכה על ידי הצמחים (מאמר II). בקרקע לכיש בעלת כושר בופר הגבוה לשינויי pH, מנת החנקן הבינונית והגבוהה לא הצליחה להוריד את ה-pH בפני השורש (מאמר III) והיתרון לדישון המוגבר בחנקן שהושג בצור משה לא בא לידי ביטוי בלכיש.

## III. השפעת תדירות ההשקיה

צמחים בשנתם הראשונה בצור משה שהושקו אחת לחמישה ימים ולא רוססו בברזל סבלו בקיץ 1995 מכלורוזיס קשה (טיפול NmmFI, דגום 21.11.95, טבלה 4). עם גשמי החורף הכלורוזיס נעלמה תצבע העלווה היה דומה לזה שבטיפולי התדירות הגבוהה (3 השקיות ליום) והבינונית (השקיה כל שלושה ימים) (נתונים לא מתוצגים). ריסוס בברזל ביטל את ההשפעה השלילית של תדירות השקיה נמוכה על ריכוז הכלורופיל בעלים (טבלה 4). הגדלת תדירות ההשקיה הביאה לעלייה בריכוז הכלורופיל בעלי צמחים בני שנה שקיבלו ריסוס מופחת בברזל גם בלכיש (טיפול NmmFb לעומת טיפול NmmFI, טבלה 4). ריסוס בברזל ביטל השפעה זו. החרפת הכלורוזיס עם ירידת תדירות ההשקיה עלולה לנבוע משתי סיבות: (1) מחסור בחמצן בסביבת השורש לאחר השקיה גדושה. (2) ריכוז האמון הממוצע בקרקע עם הזמן נמוך יותר מאשר בתדירות השקיה גבוהה כיוון שהניטריפיקציה מחמצנת חלק גדול יותר מהאמון המוסף, ולכן ה-pH בסביבת השורש גבוה יותר מאשר בתדירות גבוהה. נראה שבצור משה

המנגנון השני חשוב יותר (מאמר III) ונמצא בהתאמה להשפעת הרמה הנמוכה של האמון במים על הכלורוז (סעיף II) ואילו בלכיש המנגנון הראשון הוא החשוב. השפעת תדירות ההשקיה על ריכוז הכלורופיל בצמחים בני שנתיים היתה בלתי מובהקת בצור משה (טבלה 4). בלכיש חזרה על עצמה התופעה שריכוז הכלורופיל בעלים היה נמוך יותר בתדירות הנמוכה מאשר בתדירות הבינונית. ממדידות טנסיומטרים (מאמר III) נלמד כי צמחים בני שנתיים הוציאו מים מעומק של 60 ו-90 ס"מ לעומת 40-0 ס"מ בשנה הראשונה ולכן השפעת תדירות ההשקיה נעשתה פחות ברורה. בצמחים שרוססו בברזל בצור משה יכול הפרחים המירבי להתקבל בתדירות השקיה נמוכה (185 לעומת 152 ענפים פורחים לצמח בתדירות השקיה גבוהה, שנת 1996 ו-254 ענפים פורחים לצמח לעומת 217 בשנת 1997, טבלה 4). בלכיש השפעת התדירות על יכולת הפרחים היתה מובהקת (באותה מגמה) בשנת 1997 בלבד (133 לעומת 108 פרחים לצמח, טבלה 4). בצמחים שלא רוססו בברזל השפעת תדירות ההשקיה היתה בלתי מובהקת הן בצור משה והן בלכיש (טבלה 4). מגמה דומה נמצאה במשקל הנוף (תצאות אינן מוצגות).

#### IV. השפעת ריסוס עלווי בברזל

ריסוס בברזל הביא לשיפור ניכר בהתפתחות צמחים בצור משה שדושנו ברמה נמוכה (NI). השיפור התבטא בנפת הצמחים (איור 1), ביכולת ובריכוז הכלורופיל בעלים (טבלה 4). העובדה שצורף של דיזון נמוך בחנקן וריסוס עלווי בברזל נתן יכול פרחים כמו בדיזון בינוני או גבוה בחנקן עם ריסוס עלווי (הכל בתדירות השקיה בינונית) מלמדת כי הירידה ביכולת בצמחים שדושנו במנה נמוכה לא נבעה ממחסור בחנקן. אנו משערים כי הירידה ביכולת בצמחים אלו נבעה מהשפעת עקיפה של כמות החנקן במים על ה-pH בפן הביניים שורש-קרקע (מאמר III). למרות שריכוז הברזל הכילאטי בקרקע היה מספיק (מאמר III), אי הורדת ה-pH במידה מספקת בטיפול החנקן הנמוך יצרה מחסור בברזל שתוקן על ידי הריסוס העלווי. השפעת ריסוס בברזל על היכולת וריכוז הכלורופיל ברמת דיזון  $N_{10}M_{10}$  היתה בלתי מובהקת (טבלה 4). ריסוס בברזל בלכיש לא השפיע על תגובת הצמחים לחנקן (טבלה 4). אך העלה את מספר הענפים הפורחים בכל רמות הדיזון. ההשפעה השלילית של הריסוס בטיפול  $N_{10}M_{10}$  אינה ברורה ודורשת אימות. ריסוס בברזל הביא לשיפור מובהק בריכוז הכלורופיל בעלים של צמחים צעירים בצור משה (דיגוס 21.11.95), במיוחד אלו שהושקו במרווחי השקיה ארוכים (טיפול  $N_{10}M_{10}$ , טבלה 4).

#### V. השפעת המקום והזמן

יכולת פרחים בשנה השניה (1996-7) בצור משה עלה בצורה ניכרת יחסית לשנה הראשונה (1995-6) (ממוצע טיפולים של 216 לעומת 158 ענפים פורחים לצמח, בהתאמה; צמחים שרוססו בברזל). מכיון שההפרש היה דומה בכל הטיפולים לא ניתן ליחסו לעובדה שבשנה הראשונה היחס N:P:K היה קבוע בכל הטיפולים, ובשנה השנייה ריכוז P ו-K במים היה זהה בכל הטיפולים ונלמדה התגובה לחנקן בלבד. קשה ליחס את ההבדל בין השנים לשוני בתנאי הטמפרטורה וההתאדות מגיית סוג א' (טבלה 2). נראה שהעליה ביכולת בשנה השנייה נבעה מאופי הצימוח של צמח מבוגר לעומת צמח צעיר, בעיקר במספר הענפים הראשיים מהם התפצלו ענפי הקטיף. הבדל דומה ביכולת בין שנה ב' לבין שנה א' התקבל גם בלכיש (ממצע טיפולים של 125 לעומת 99 ענפים פורחים לצמח, בהתאמה; צמחים שרוססו בברזל, טבלה 4). ההבדל בתנאי האקלים באזור לכיש בין שתי השנים היה זניח (טבלה 2) ואינו יכול להסביר הבדלים אלה ביכולת.

יכולת הפרחים ונפת נוף הצמחים בצור משה היה גדול מאשר בלכיש (טבלה 4, איור 1). השפעת תכונות הקרקע (טבלה 1) על התפתחות הצמח תידון במאמר נפרד אך יש לציין שההבדל בין שני האתרים נשמר גם בטיפול הטוף, שאמור היה לבטל את ההבדל בתכונות הקרקע (טבלה 4). ההבדלים בטמפרטורות המקסימום והמינימום בין איזור צור משה ואיזור לכיש קטנים ומתבטאים בעיקר בטמפרטורת מינימום גבוהה במקצת בלכיש בהשוואה לצור משה. ההתאדות מגיית סוג א' בלכיש גבוהה בכ- 5-15% מאשר בצור משה אך אנו מניחים שמנת המים

לצמח היתה מספיקה למילוי התצורות הפטנציאלית בשני האתרים כפי שהוערכה מבדיקות לזימטרים, ולא נראה שזו הסיבה ליבול הנמוך בלכיש לעומת צור משה. העובדה שמנת ההשקיה היומית בצור משה היתה גדולה בהרבה מאשר בלכיש נבעה מהפרש בגודל הצמחים (משקל נוף ממוצע של 16.7 בצור משה לעומת 9.9 ק"ג לצמח בלכיש, צמחים שרוססו בברזל באופן מלא). התבוננות במהלך גדילת הצמחים בטיפול הטוף בצור משה ובלכיש (איור 1) מלמדת על קצב גדילה דומה בשני האתרים. למרות שנפח הנוף היה דומה, מספר הענפים הפורחים (טבלה 4) ומשקל הנוף (אינו מוצג) בטיפול הטוף בצור משה היו גדולים ביותר משליש בשתי שנות הניסוי מאשר בלכיש (צמחים מרוססים באופן מלא).

## סיכום

צמחים בצור משה שדושנו ברמת חנקן נמוכה (50 מ"ג לליטר) ולא רוססו בברזל התעכבו בגידולם, היו כלורוטיים והניבו יבול נמוך יחסית לצמחים בטיפולים אחרים. ריסוס בברזל הביא לעלייה בתכולת הכלורופיל בעלים ושיפר את היבול, למרות שריכוז הברזל במים (2 מ"ג לליטר) וזמינותו בקרקע (חציו הוסף ככליט EDTA וחציו ככליט EDDHA) היו מספיקים. מהשפעת הריסוס ניתן להסיק כי הפגיעה בצמחים בטיפול זה לא נבעה ממחסור בחנקן אלא בקושי שהיה לצמח לנצל את הברזל הזמין בקרקע. אנג'לוטיים לחשוב שחקושי בניצול הברזל הזמין נבע מגורם קרקעי שזמינותו השתנתה עם ה-pH ושהשפיע על תהליכים פנימיים בצמח. נושא זה יידון בהמשך (מאמר II ומאמר III). העובדה שהריסוס העלוותי שיפר את היבול גם בטיפול בורות הטוף העשיר במינרלים של ברזל דו-ערכי (זילבר, 1991), תומכת בהשערה זו.

תדירות השקיה גבוהה הפגיעה לטובה על התפתחות צמחים צעירים בחודשים הראשונים אך עם התבססות מערכת השורשים והעמקתה הסתמן יתרון לתדירות השקיה נמוכה (כל 5-6 ימים) הן בצור משה והן בלכיש. הנתונים שהתצנו עד כה אינם מאפשרים לקבוע בוודאות אם התגובה החיובית ביבול ובגידול למרווחי השקיה ארוכים נבעה משיפור משטר האוורור בקרקע, הגדלת נפח בית השורשים או שינוי pH בסביבת השורש. הנושא יידון בהמשך (מאמר III).

הממשק שנתן יבול פרחים מירבי ללא ריסוס בברזל בצור משה היה דישון בריכוז של 100 מ"ג N לליטר (יחס אמון חנקן 1:2) במרווח השקיה של שישה ימים (211 ענפים פורחים לצמח, שנה שניה). גם בממשק זה ריסוס עלוותי בברזל הביא לתוספת מובהקת ביבול (254 ענפים לצמח). יש לשקול אם ההוצאה הנוספת הכרוכה בריסוס כדאית נוכחה התוספת הצפויה ביבול. היבול המירבי בריסוס מופחת בלכיש (145 ענפים לצמח, שנה שנייה) התקבל בטיפול הטוף (70 מ"ג N לליטר, השקיה שלוש פעמים ביום). ריסוס עלוותי מוגבר העלה גם בטיפול זה את היבול (ל-162 ענפים לצמח, תוספת בלתי מובהקת). הסיבה ליתרון הבולט של הטוף בלכיש קשורה כנראה למשטר האוורור הלקוי בקרקע או להבדל ב-pH בסביבת השורשים.

היבול בצור משה היה גבוה מאשר בלכיש (ממוצע טיפולים של 216 לעומת 125 ענפים לצמח, בהתאמה; צמחים שרוססו באופן מלא). אנו מניחים כי הפער ביבול נבע מהבדל בתכונות הקרקע שהשפיע על ה-pH בסביבת השורש ומשטר האוורור. נושא זה יידון בהרחבה בהמשך (מאמר III).

## סקירת ספרות

זילבר א. 1991. תכונות כימיות ותהליכי שטח פנים של חמרים פירוקלסטיים מהר פרס, רמת-הגולן. חיבור לשם קבלת תואר דוקטור לפילוסופיה, האוניברסיטה העברית, ירושלים.

זינגר א., פ. ברק וי. חן. 1983. בזלת וטוף כמונעי כלורוזא בקרקעות גירניות. השדה, כרך ס"ג, 1269-1271.

חזן ע., א. ריבלין, א. שלמה, וא. מזומן. 1996. הזנה של פרח שעווה על קרקע מקומית ועל טוף שפוך. דפי מידע, 8: 78-69.

מור א., וס. טולדו. 1994. פרח שעווה, החמצץ קרקע והזנה סדירה כמענה אחר לבעיית הכלורוזה. דפי מידע, 5: 67-68.

ריבלין א., א. שלמה וע. חזן. 1992. גידול שיחים פורחים על תוליות טוף. דפי מידע, 5: 56-57.

Barak, P., Y. Chen, and A. Singer. 1983. Ground basalt and tuff as iron fertilizers for calcareous soils. *Plant Soil*. 73:155-158.

Clemens, G., and A. Singer. 1992. Amelioring chlorosis-inducing soils with rock materials of varying porosity and iron content. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 56:807-813.

Inskeep W. P., and P. R. Bloom. 1985. Extinction coefficient of chlorophyll a and b in N, N-dimethylformamide and 80% acetone. *Plant Physiol.* 77: 483-485

טבלה 1. תכונות המים והקרקע בשני אתרי הניסוי.

א. מיצוי עיסה רוויה של קרקע לכיש בתחילת הניסוי וזרחן מסיס בדו-פחמה.

P דו פחמה	Mg	Ca	K	pH	EC	Sp (1)	
(מ"ג לק"ג קרקע)	(מ"ג לליטר)				(dS m <sup>-1</sup> )	(מ"ל/100 ג')	עומק שכבה (2) (ס"מ)
27 9	22 10	67 21	15 5	7.82 8.35	0.86 0.66	52.9 63.6	0-40 40-80

ב. מיצוי מימי (1:1) של קרקע צור משה (0-60 ס"מ) סמוך לשתילה (3).

Mg	Ca	K	pH	EC
(מ"ג לליטר)				(dS m <sup>-1</sup> )
4	27	10	7.3	0.3

ג. הרכב מי השקיה בצור משה ובלכיש.

Mg	Ca	Cl	Na	K	pH	EC	
(מ"ג לליטר)						(dS m <sup>-1</sup> )	
10	70	56	30	1.5	7.8	0.8	צור משה
25	50	240	50	5	7.7	1.0	לכיש

(1) - תכולת מים ברוויה.

(2) - הבדלים מובחקים ברמת הסתברות של  $p \leq 0.05$ .

(3) - אין פרוט לשכבות בנות 20 ס"מ כיון שלא היה הבדל מובהק ביניהן.



טבלה 2. נתונים אקלימיים שנמדדו באתרים קרובים לצור משה וללכיש (#) ומנות ההשקייה במהלך הגידול.

	מקס. יומי (מ"צ)	מינ. יומי (מ"צ)	התאדות מניגית (מ"מ ליום)	מנת מים (ליטר לצמח ליום*)	מקס. יומי (מ"צ)	מינ. יומי (מ"צ)	התאדות יומית (מ"מ)	מנת מים (ליטר לצמח ליום*)
חודש	עין החורש 1995-6			צור משה 1995-6	עין החורש 1996-7			צור משה 1996-7
מאי	26.0	12.0	5.5	5.5	27.3	14.3	5.9	5.8
יוני	29.3	16.7	6.9	8	29.0	17.0	6.6	8.3
יולי	31.0	20.0	6.7	12	30.7	20.0	6.6	12.0
אוגוסט	31.5	20.0	6.3	14	31.0	19.0	6.2	16.0
ספטמבר	30.3	18.7	5.9	15	31.0	17.0	5.7	17.3
אוקטובר	27.7	12.7	4.2	17	27.3	13.7	4.0	14.7
נובמבר	23.0	8.7	3.0	9	25.3	12.7	3.5	10.1
דצמבר	19.3	6.3	2.0	5	18.0	11.2	2.9	8.2
ינואר	17.7	6.7	2.1	3	19.0	5.7	1.9	6.0
פברואר	19	6.0	2.2	3	17.0	4.3	2.1	3.0
מרץ	19.7	8.3	3.0	3	18.3	6.7	3.6	3.0
אפריל	23.3	8.7	4.5	4	22.9	9.1	4.1	5.0
	נגבה 1995-6			לכיש 1995-6	נגבה 1996-7			לכיש 1996-7
מאי	27.0	14.3	6.3	2	28.3	16.0	6.6	3
יוני	31.0	18.3	7.5	4.5	29.3	18.7	6.9	5
יולי	30.7	21.0	7.5	5.5	30.7	21.7	7.0	9
אוגוסט	31.0	22.0	7.2	6.0	32.0	22.0	6.8	10
ספטמבר	30.3	21.0	6.7	5.5	31.3	20.3	6.2	12
אוקטובר	27.0	16.7	4.9	8.5	27.7	17.0	4.8	10
נובמבר	22.3	11.0	3.3	6	25.0	14.0	2.9	5
דצמבר	18.7	8.7	1.8	3.5	22.0	11.5	1.9	3
ינואר	17.7	8.3	1.7	2	19.0	8.7	2.1	2
פברואר	19.0	9.3	2.4	2	16.3	6.3	2.3	3
מרץ	19.3	10.0	3.4	2	18.0	8.3	3.1	3
אפריל	22.0	11.0	4.4	3	21.6	10.9	4.2	3

(#) - עין החורש-צור משה, נגבה-לכיש.

\* - על מנת להפוך מנת השקיה לצמח למנת השקיה לדונם יש לכפול את הראשונה במספר הצמחים לדונם (300).

טבלה 3. הטיפולים בניסוי פרח שעווה בשנים 1995-7.

ריכוז חנקן (מ"ג לליטר) <sup>(*)</sup> צור משה לכיש	מרווח השקיה (ימים)	מצע	טיפולים <sup>2</sup>
25	50	קרקע	NIFm
50	100	קרקע	NmFm
75	150	קרקע	NhFm
50	100	קרקע	NmFI
50	100	קרקע	NmFh
50	100	טוף	טוף <sup>(3)</sup>

(\*) כל טיפול פוצל לשניים. (1). ריסוס בתכשירי ברזל (בצור משה כל שבועיים בגפרת ברזל בריכוז של 3

גרם לליטר, בלכיש כל שבועיים בסקווסטון או ברזל ציטרט (1% כילאט + 0.1% משטח קינטיק). (2).

בצור משה: ללא ריסוס; בלכיש: ריסוס בתדירות נמוכה (50% מזו שבחלק הראשון).

(\*) מקור הדשן בשנת 1995 היה גופר 5-2-5 ("דשנים וחמרים כימיים", יחס אמון: חנקן - 1:2). ריכוז יסודות

הקורט בטיפולי Nm וטוף: ברזל - 2 (1 כ-EDTA ו-1 כ-EDDHA); מנגן - 0.6, אבץ - 0.3, נחושת - 0.05,

מוליבדן - 0.3 מ"ג/ל, כולם ככילט EDTA; בורון - 0.3 מ"ג/ל. טיפול Nh - תוספת של 50% על Nm; טיפול

NI - 50% מ-Nm.

(1) בשנת 1995-6 תדירות השקיה בטיפול זה בלכיש היתה 2 ימים.

(2) בשנת 1995-6 תדירות השקיה בטיפול זה בצור משה היתה 5 ימים.

(3) הטיפול בטוף היה כמו NmFh.

טבלה 4. השפעת הטיפולים על מספר ענפים פורחים ראויים לשיווק ועל ריכוז כלורופיל בעלי צמחים מצור משה ומלכיש.

צור משה

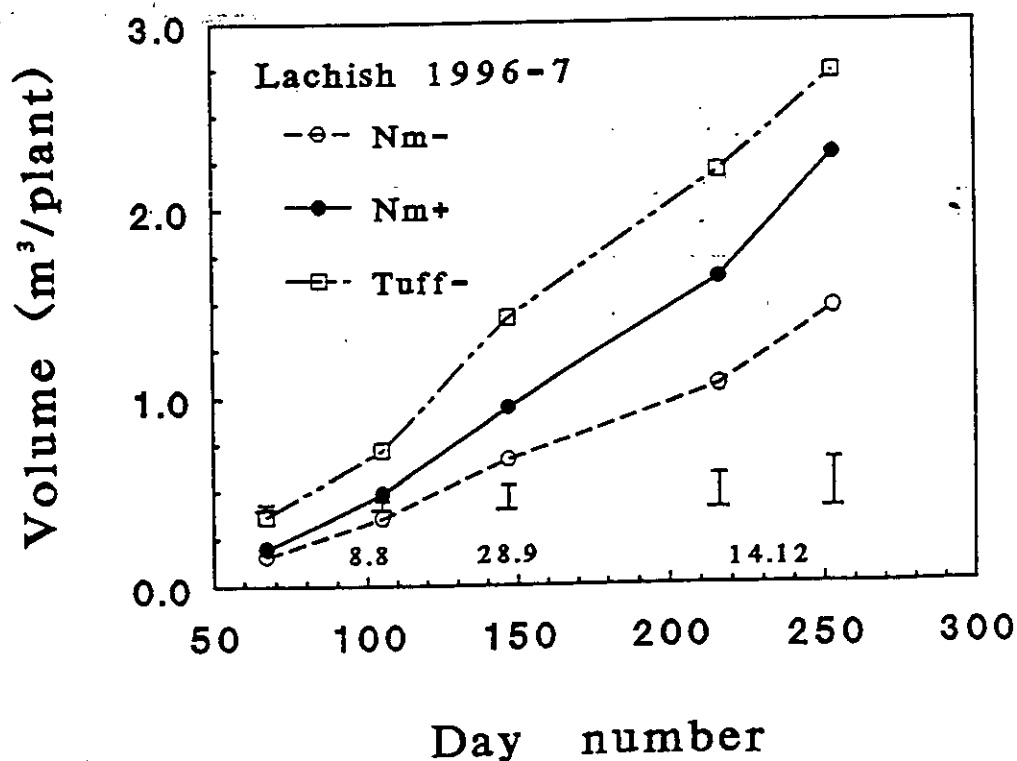
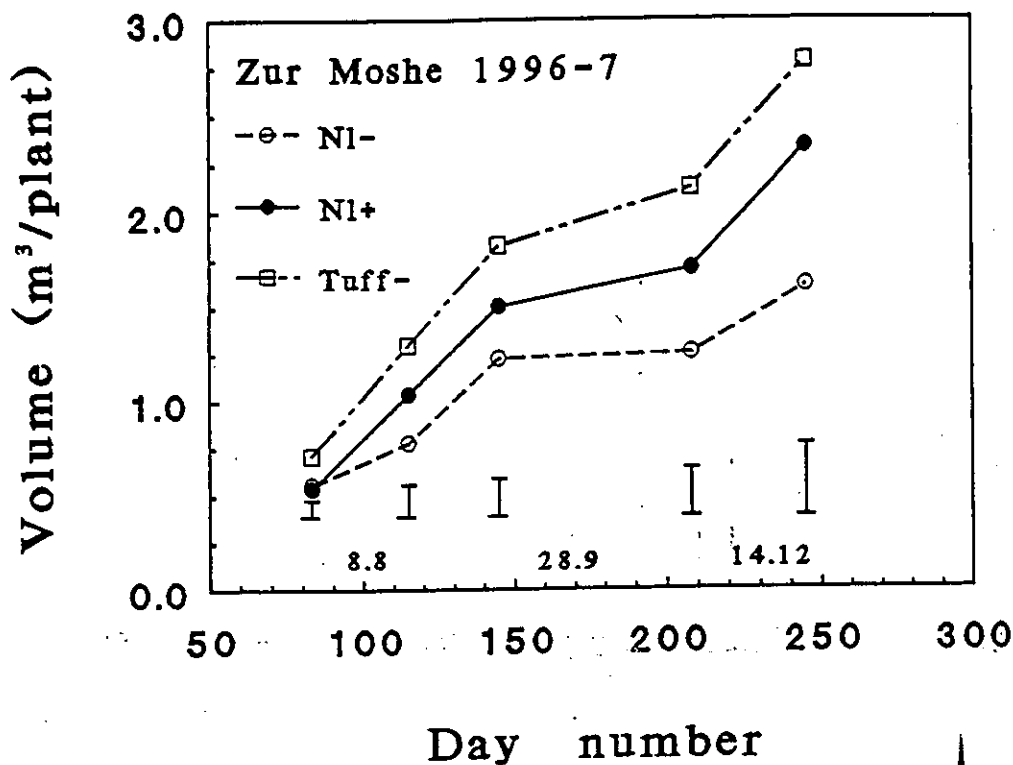
מספר ענפים לצמח		ריכוז כלורופיל ( גלק"ג חומר יבש )		טיפולים
ללא ריסוס בתכשירי ברזל	עם ריסוס בתכשירי ברזל	ללא ריסוס בתכשירי ברזל	עם ריסוס בתכשירי ברזל	
אביב 1996		21.11.95		
100 c <sup>f</sup>	165 ab	0.71 ab	1.03	NIFm
182 a	163 ab	0.75 ab	1.31	NmFm
148 ab	132 c	1.08 a	1.15	NhFm
150 ab	185 a	0.57 b	1.23	NmFl
132 bc	152 bc	1.04 a	1.32	NmFh
143 ab	151 bc	1.04 a	1.18	טוף
142	158	0.86	1.20	ממוצע
ל.מ.	3.8*	ל.מ.	ל.מ.	מבחן F-טיפולים
40	13	0.39	0.31	LSD <sub>0.05</sub> -טיפולים
4.4*	23.3***	0.14		מבחן F - ריסוסים
15	0.14			LSD <sub>0.05</sub> - ריסוסים
3.2*	ל.מ.			השפעת גומלין טיפול*ריסוס
אביב 1997		16.12.96		
89 b	208 b	0.54 c	0.76 b	NIFm
197 a	217 ab	1.00 ab	1.06 a	NmFm
180 a	187 b	0.93 ab	0.99 a	NhFm
211 a	254 a	0.98 ab	0.95 a	NmFl
194 a	217 ab	0.84 b	0.97 a	NmFh
193 a	214 ab	1.05 a	0.97 a	טוף
177	216	0.89	0.95	ממוצע
5.3***	ל.מ.	7.8***	3.4*	מבחן F-טיפולים
57	44	0.20	0.16	LSD <sub>0.05</sub> -טיפולים
16.1***		ל.מ.		מבחן F - ריסוסים
19		0.07		LSD <sub>0.05</sub> - ריסוסים
3.0*		ל.מ.		השפעת גומלין טיפול*ריסוס

\* - אותיות שונות מציינות הבדלים מובהקים במבחן LSD ברמת הסתברות של  $p \leq 0.05$ .

\*\*\*, \*\*, \* - מציינ מובהקות ברמה של 0.001, 0.005, ו-0.05, בהתאמה.

## לכיש

מספר ענפים לצמח		ריכוז כלורופיל ( גלק"ג חומר יבש )		טיפולים
ריסוס מופחת בתכשירי ברזל	ריסוס מלא בתכשירי ברזל	ריסוס מופחת בתכשירי ברזל	ריסוס מלא בתכשירי ברזל	
אביב 1996		28.11.95		
91	102abc	1.03ab	1.0	NIFm
84	74 c	1.01ab	1.11	NmFm
96	109 ab	0.85 b	0.99	NhFm
80	88 bc	0.88 b	1.15	NmFl
75	103 ab	1.11 a	1.05	NmFh
101	119 a	1.09 a	1.07	טוף
88	99	0.99	1.06	ממוצע
ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	מבחן F-טיפולים
28	28	0.20	0.21	LSD <sub>0.05</sub> -טיפולים
4.4*		ל.מ.		מבחן F - ריסוסים
11		0.08		LSD <sub>0.05</sub> - ריסוסים
ל.מ.		ל.מ.		חשפעת גומלין טיפול*ריסוס
אביב 1997		25.12.96		
119 ab	120bcd	0.69 c	0.83 b	NIFm
109 ab	98 d	0.90 b	0.93ab	NmFm
99 b	30 bc	0.67 c	0.81 b	NhFm
117 ab	33 b	0.66 c	0.94ab	NmFl
101 b	108 cd	0.83 bc	0.85 b	NmFh
145 a	162 a	1.10 a	1.09 a	טוף
115	125	0.81	0.91	ממוצע
ל.מ.	ל.מ.	6.5***	ל.מ.	מבחן F-טיפולים
38	24	0.20	0.19	LSD <sub>0.05</sub> -טיפולים
ל.מ.		6.7**		מבחן F - ריסוסים
13		0.08		LSD <sub>0.05</sub> - ריסוסים
ל.מ.		ל.מ.		חשפעת גומלין טיפול*ריסוס



איור 1. נפח צמחים בצור משה ובלקיש (עליון ותחתון, בהתאמה) כתלות בזמן שחלף מסיום הקטיף בעונה הקודמת (1.5.96). טיפולים מוצגים בטבלה 3, - ו- + הם טיפולים ללא ועם ריסוס עלווה בתכשירי ברזל, קוים אנכיים מציינים LSD שחושב עבור כל הטיפולים בכל תאריך ברמת הסתברות קטנה מ-0.05.

## השפעת דישון חנקני, מצע הגידול ומרווחי השקייה על התפתחות צמחי פרח שעווה: II. הצטברות חומר יבש ותצרוכת מים ויסודות מזון

בר-יוסף, ב., א. זילבר, ט. מרקוביץ, אירית לבקוביץ, אסתר מור, ס. טולדו, נ. רואי

מבוא

במאמר הראשון בסדרה זאת (מאמר I) סקרנו את מצב הידע בישראל על תגובת פרח שעווה למצע הגידול והצגנו את התגובה שהתקבלה ביבול הפרחים ובתכולת הכלורופיל בעלים לרמות החנקן ולתדירות ההשקייה. במאמר זה אנו ממשיכים בהצגת תוצאות הניסוי ומתמקדים בהשפעת הטיפול על קליטת יסודות המזון וייצור חומר יבש על ידי צמחי פרח שעווה. גורמי הממשק שנלמדו היו תדירות ההשקייה וריכוז הדשן במים שנבחנו בקרקע חולית ובקרקע חרסיתית. הנחתנו היא שקליטת יסודות המזון, ייצור החומר היבש והתפלגותם בצמח הם המפתח להבנת ההשפעה של טיפולי החנקן ומרווחי ההשקייה על היבול ותכולת הכלורופיל בעלים. המטרה של חלק זה בעבודה- להגדיר קצבי קליטה וייצור חומר יבש המתבטאים בהתפתחות מיטבית של פרח השעווה.

### חמרים ושיטות

מבנה הניסויים ופרטים על שיטות ההשקייה והדישון ומערכות הבקרה פורטו במאמר קודם (מאמר I). לנוחיות הקורא הטיפולים מוצגים בטבלה 1. עומד הצמחים היה 300 לדונם. בצמוד לשטח הניסוי בצור משה הוצבו מיכלים עם וללא צמח ("ליזימטרים") בגובה 30 ליטר שמולאו בקרקע או בטוף שחור ואילו בלכיש מולאו הליזימטרים בטוף שחור בלבד. המיכלים הושקו דוושנו לקבלת כ- 30% שטיפה ו- EC נמוך מ- 3 דצ"מ/מ. התשטיפ מהחללים נאסף מדי יום ונקבעו בו נפח הנקז, ה-pH והמוליכות החשמלית. מנות ההשקיה בשדה היו שוות לתצרוכת המים שנקבעה בליזימטרים עם הטוף כפול מקדם שני בין 1.1 ל- 1.3. בהתאם לגודל הצמח בשדה יחסית לגודלו בליזימטר (איור 1): דגימות של עלים דאגנוסטיים (שלושה מפרקים עליונים) נדגמו במהלך הגידול לקביעת תכולת יסודות הזנה וריכוז כלורופיל. מדגמים אלה וכן מדגמים של צמחים שלמים שחולקו לענפים ראשיים וענפים דקים המכילים בעיקר עלים נשקלו לפני ואחרי ייבוש בתנור ב- 65°C. החומר היבש נטחן וריכוז יסודות ההזנה נקבע לאחר שריפה רטובה. חנקן, זרחן ואשלגן עוכלו בחומצה גופריתית; סידן, מגנזיום ויסודות קורט בחומצה חנקתית. חנקן וזרחן נבדקו באוטואנליזה; אשלגן ונתרן - בפוטומטר להבה; סידן, מגנזיום, ברזל, מנגן ואבץ בבליעה אטומית. גזעי הצמחים לא נדגמו כיון שמשקלם היה קטן מ- 5% מכלל משקל הצמח. פרטים נסיוניים נוספים מפורטים במאמר I.

### תוצאות ודיון

#### א. דיות

הדיות היומי בשנה הראשונה בצור משה עלתה בהתמדה מליטר לצמח באביב ועד ל- 13-15 ליטר לצמח בימים חמים (איור 1a). הדיות הוגדרה כהפרש בין האבפוטורנספירציה בליזימטר עם צמח לבין האבפוטורציה בליזימטר חסר צמח. עד אמצע אוגוסט 1995, הצמחים צרכו את מרבית המים שסופקו (מסומן בחץ באיור 1a), והמטרה של 30% נקז לא תמיד הושגה. קצב צריכת המים על ידי צמחים בשנתם הראשונה ושל צמחים בוגרים לאחר קטיף וגיוס אביבי היה דומה (איור 1a). באביב ובקיץ העליה בקצב הדיות

המחלקה לכימיה של הקרקע והזנת הצמח, המכון לקרקע ומים ואיכות הסביבה, מנהל המחקר החקלאי, בית-דגן 50250. e-mail senior author: VWBYSF@VOLCANI.AGRI.GOV.IL

עם הזמן עקבה אחר העליה בקצב גידול הצמחים (מאמר I). בהנחה כי כמות המים הנדרשת להדחת עודפי מלחים מאיזור בית השורשים היא כ- 20% ממנת ההשקיה וכי צריכת מים על ידי צמחים השתולים בקרקע גדולה ב- 10-20% מצמחים השתולים בליזימטר, אזי כמות המים היומית הנדרשת לצמח מפותח בתקופת שיא הצריכה בצור משה היא 18-20 ליטר מים.

הדיות בלכיש היתה כשליש מהדיות בצור משה (השוה בין איור 1a ל- 1b), בהתאמה להבדלים בנפח הצמחים וביבול הפרחים בין שני המקומות (מאמר I). מראשית חודש אוגוסט צמחים שגדלו בשדה בלכיש, היו גדולים ב- 50% לערך מצמחים שגדלו בליזימטרם. מסיבה זו הוגדל היחס בין מנת ההשקיה בשדה לבין צריכת המים על ידי צמח בליזימטר עם טוף ל-1.5 (מועד השינוי מצוין בחץ באיור 1b). כמות המים היומית שנידרשה על ידי צמח מפותח בתקופת שיא הצריכה בלכיש בהתאם להנחות הנ"ל היתה לכן 8-9 ליטר מים, כמחצית הכמות בצור משה.

ערכי ההתאדות מגיגית בין חודש מאי לחודש ספטמבר באתרים קרובים לצור משה וללכיש (עין החורש ונגבה, בהתאמה) בשנים 1995-6 ו- 1996-7 מסוכמים במאמר I. מתוך נתונים אלה ונתוני הדיות בצור I ניתן לאמוד את מקדם ההשקיה בפרח שעווה [דיות יומית לצמח  $300 \times$  צמחים בדונם] חלקי ההתאדות מגיגית (מ"מ ליום). המקדמים המתקבלים נעים בין 0.1 בראשית מאי לבין 1.0 בצור משה ו- 0.4 בלכיש באמצע נובמבר.

### ב. ריכוז יסודות מזון בצמח כתלות ברמות הדישון.

ריכוזי החנקן המחוזה בעלים דאגנוסטיים (3 פרקים עליונים בענפים דקים, DLV) היו נמוכים בכל זמן ובכל טיפול מהריכוזים בענפים הדקים השלמים (LV) (איור 2). בשני המקרים העלאת ריכוז החנקן במים הביאה לעליה בריכוז N בריקמה, אולם השפעת הטיפול היתה קטנה יחסית להשפעת שלב הגידול של הצמח. בשתי שנות הניסוי ריכוז החנקן בעלים עלה בחודשי האביב המאוחר, הקיץ והסתיו המוקדם וירד בחורף, כנראה בגלל שטיפת החנקות על ידי הגשם. כך- בסוף נובמבר 95 ריכוז N בענפים הדקים בצור משה היה  $2.1 \pm 0.1\%$  (הבדל בלתי מובהק בין הטיפולים) בעד שבמאי 96 (לפני הקטיף) ריכוזי החנקן בענפים בטיפולים NI ו-N<sub>1.5</sub> היו 1.5% ו-1.7%, בהתאמה (איור 2). בטיפול N<sub>150</sub> (מג N/L) הריכוז במאי היה גבוה מאשר בנובמבר (2.6%), כנראה הודות לדישון הגדוש, שהעמיד מספיק N לרשות הצמח למרות השטיפה. בלכיש השפעת הטיפול על ריכוז החנקן היתה זניחה ולכן לא מוצגות תוצאות מפורטות, אלא רק ממוצעי הטיפולים בשלבי גידול שונים (טבלה 2). במקרה זה לא נצפתה ירידה משמעותית בריכוז N בעלים לקראת הקטיף.

ריכוזי הזרחן בעלים דאגנוסטיים ובענפים דקים שלמים בצור משה עלה בצורה מובהקת עם עליית ריכוזי הזרחן במי ההשקיה בשנת 1995-6 והגיע לשיא לפני הקטיף (0.45, 0.67, ו-0.40% בענפים דקים שלמים בטיפולים N<sub>150</sub>, N<sub>1.5</sub> ו-NI, בהתאמה, איור 3). בדומה לריכוז החנקן, השפעת הטיפול היתה חזקה יותר וריכוזי הזרחן גבוה יותר בעלים דקים שלמים מאשר בעלים דאגנוסטיים. בשנת 95/6 יחס NPK בדשן היה קבוע בכל הטיפולים ולכן יתכן כי העליה בריכוזי הזרחן בעלים נבעה מעליה בריכוזי הזרחן במים ולא רק מהגברת הקליטה בגלל החמצת הקרקע בפני השורש בעטיו של האמון. בשנת 1996-7 טיפולי הדישון לא השפיעו על תכולת הזרחן בעלים בצור משה (איור 3). בשנה זו ריכוזי הזרחן במי ההשקיה היה שווה בכל הטיפולים (20 מ"ג לליטר), ומכאן אנו מסיקים כי העליה בתכולת הזרחן בעלים בשנת 95/6 נבעה מעליה בריכוזי הזרחן במים. ריכוזי הזרחן בעלי צמחים שגדלו בטוף היה נמוך בכ- 25% בהשוואה לצמחים

שגדלו בקרקע ודושנו בריכוז דשן זהה (תוצאות מפורטות אינן מתצגות). תוצאה זו נבעה מתהליכי ספיחה של זרחן לטוף (זילבר, 1991). ריכוזי P בעלים דאגנוסטיים בלכיש עלו מ- 0.17% בשנת 95 ל- 0.21% בשנת 96 (טבלה 2). הריכוז הנמוך בהשוואה לצור משה נבע בעיקר מתהליכי קשירה חזקים של P לקרקע החרסיתית לעומת הקרקע החולית.

בניגוד לריכוזי החנקן והזרחן, ריכוז האשלגן בעלים דאגנוסטיים בשנת 95 היה גבוה יותר מאשר בענפים הדקים השלמים (צור משה, איור 4). בשנה זאת ריכוז האשלגן בדשן עלה עם ריכוז החנקן ולמרות זאת השפעת הטיפולים היתה זניחה. כך- ריכוז K (ממצע כל הטיפולים) בעלים הדאגנוסטיים באוקטובר 95 היה  $1.4 \pm 0.1\%$  ובענף השלם  $1.1 \pm 0.1\%$ . בשנה השניה ריכוז האשלגן במים היה שווה בכל הטיפולים (100 מ"ג/ליטר) וריכוז האשלגן בעלים ירד עם עליית ריכוז החנקן במים (איור 4), כנראה בגלל תחרות בין אמון לאשלגן על אתרי קליטה בשורש. בשתי השנים נמצאה ירידה בריכוז K בעלים במשך תקופת החורף, אולם חומרתה היתה רבה יותר בעונת 96/7 (בממצע- מ- 1.8% בסתיו ל- 1.1% בזמן הקטיפה, איור 4). בדומה לאשלגן, ריכוז הסידן בעלים ירד בצורה מובהקת במשך החורף, ועם העלאת ריכוז החנקן במי ההשקיה (איור 5). מכיון שריכוזי הסידן בתמיסת הקרקע עלו עם עליית ריכוזי האמון במי ההשקיה (מאמר III) סביר להניח כי הירידה בריכוז הסידן בעלים נבעה מתחרות בין אמון לסידן בקליטה. הירידה בריכוז הסידן בעלים בחורף מעידה על מלאי קטן של סידן בקרקע צור משה ועל תלות הגידול בריכוז הסידן במי ההשקיה.

ריכוז המגנזיום בעלים דאגנוסטיים או בענפים דקים שלמים השתנה עם הזמן כמו הסידן, אלא שעתמם השינויים היתה חזקה יותר (ציור 6). השפעת טיפולי הדישון על ריכוז ה-Mg היתה בלתי עקבית עם מגמה של ירידה בריכוז עם הגדלת ריכוז N במים- מכיון שלא נראו סימני כלורזה בעלים (חוץ מטיפול NI, מאמר I) ויכול הצמחים היה גבוה מאוד, אנו מניחים כי ריכוזי המגנזיום בעלים לא הגבילו את התפתחות הצמחים בצור משה. בלכיש, ריכוזי האשלגן, הסידן והמגנזיום בעלים דאגנוסטיים ובענפים דקים שלמים לא הושפעו בצורה ברורה ועיקבית מטיפולי הדישון ולכן מוצגים רק ממצעי הטיפולים בזמנים שונים (טבלה 2). ככלל, ריכוזי K בצמחים בלכיש היו נמוכים מהערכים המקבילים בצור משה, ריכוזי Ca היו דומים או קצת גבוהים וריכוזי Mg היו גבוהים יותר.

ריכוזי הברזל בעלים בצור משה מוצגים עבור צמחים שלא רוססו בברזל, כך שלא קיים חשש של זיהום חיצוני בברזל (איור 7). ריכוז הברזל בעלים דאגנוסטיים ובענפים דקים שלמים לא הושפע באופן מובהק על ידי טיפולי הדישון. הריכוז בצמחים שסבלו מכלורזה קשה (טיפול NI) לא היה שונה מצמחים בטיפולים אחרים שלא נפגעו מכלורזה. הירידה בריכוז במשך החורף היתה חריפה (מ- 220 ל- 70 מ"ג Fe/K בעלים דאגנוסטיים בחורף 96/7) ונבעה משטיפת הברזל הכלאטי והקטנת שיעורי הוספתו לקרקע. מכיון שההתפתחות והיכול של צמחים כלורוטיים בטיפול NI שופרו בצורה מובהקת בעקבות ריסוסי ברזל (ראה מאמר I) אנו מניחים שהריסוס השפיע על גורם אחר בצמח, למשל מנגן. ריכוז המנגן בצמח עלה בצורה ברורה ומובהקת עם עלייה בריכוז החנקן במי ההשקיה, במיוחד בענפים דקים שלמים (80, 270 ו- 470 מ"ג Mn/K בזמן הקטיפה בשנת 96, איור 8). תוצאה זו נובעת כנראה מהשפעת האמון במי ההשקיה על ה-pH בסביבת השורשים (מאמר III). התופעה חזרה על עצמה גם בשנה השנית, כאשר רכוז המיקרואלמנטים במי ההשקיה היה שווה בכל הטיפולים. ריכוזי המנגן בעלים בלכיש היו נמוכים פי כמה מהריכוזים בצור משה. ונעו בין 6 ל- 40 מ"ג Mn/K (טבלה 2). העובדה כי ריכוז המנגן בצמחים שגדלו בטוף ושהניבו את היכול הגבוה ביותר בלכיש היה גבוה (ברוב הדינאמים) באופן מובהק מריכוז המנגן בצמחים שגדלו בקרקע



(בין 50 ל-100%, תלוי במועד הדיגום) מצביעה על אפשרות כי קליטת המנגן הגבילה את התפתחות הצמחים בלכיש. יתכן שהריסוס בברזל בתנאים של מחסור חמור במנגן כפי שהיה בלכיש אינו כה אפקטיבי כפי שהיה בתנאי הגידול בצור משה.

ריכוזי האבץ בענפים דקים שלמים היו גבוהים ב-10-30% מאשר בעלים דאגנוסטיים. ברב תאריכי הדגימה הריכוזים לא הושפעו באופן מובהק על ידי הטיפול, ואף השפעת שלב הגידול היתה קטנה. בשנת 95/6 ריכוז האבץ הממוצע בעלים היה  $40 \pm 10$ , בעוד שבשנת 96/7 הריכוז הממוצע ירד ועמד על  $20 \pm 10$  Mg/Zn (תוצאות מפורטות אינן מתגונות). הירידה בריכוז בשנה השניה נבעה מירידה בכמות האבץ במי ההשקיה. ריכוזי האבץ בלכיש לא הושפעו מטיפול הדישון ולכן מוצגים רק ממוצעי הטיפולים בזמנים שונים (טבלה 2). הריכוזים היו נמוכים מאד יחסית לריכוזים בצור משה ומשקפים את ההבדל בריכוזים בקרקע (מאמר III).

ריכוזי K, P, N בענפים עבים היו נמוכים פי שלושה ארבעה מהריכוזים המקבילים בענפים דקים. נתון זה מודגם בצור משה בטיפול המיטבי (טבלה 3) ובלכיש בממוצע הטיפולים (טבלה 2). משקל הענפים העבים היה 40-50% ממשקל הענפים הדקים. בטיפול המיטבי בצור משה מישקלם אף עלה במשהו על 50% (טבלה 3). מכאן- שמלאי יסודות המזון בענפים העבים היה 10-15% מכלל כמותם בצמח.

#### ד. ריכוז יסודות הזנה בצמח כתלות בתדירות ההשקיה.

השפעת מרווחי ההשקיה על ריכוזי חנקן, זרחן, אשלגן, סידן, מגנזיום, אבץ וברזל בצמחים בצור משה ובלכיש, בכל שלבי הגידול, היתה קטנה (התוצאות שהוצגו באיורים 2-8 בטיפול N<sub>100</sub> הן ממוצעי שלושת מרווחים שנלמדו). היסוד היחיד שהושפע באופן מובהק מתדירות ההשקיה היה 'ריכוז' המנגן בעלים בצור משה בשנת 95/6. הגדלת תדירות ההשקיה הביאה לעליה מובהקת בריכוז המנגן בעלים דאגנוסטיים בצור משה (איור 9). הגדלת התדירות גרמה לירידה, בשנה הראשונה, ב-pH הקרקע בגלל עליה בריכוז האמון הממוצע עם הזמן בקרקע (מאמרים I ו-III), וחורדת ה-pH, או העליה בריכוז המנגן בתמיסת הקרקע עם הזמן בגלל רציפות ההספקה הביאו לעליה זמינות המנגן לצמחים. ירידה בריכוז המנגן בעלים היתה במיתאם גבוה עם העליה בשיעור הכלורוז (מאמר I). בשנה השניה תדירות ההשקיה לא השפיעה באופן מובהק על ריכוז המנגן בעלים (תוצאות מפורטות אינן מתגונות) אך גם לא על שיעור הכלורוז בצמחים (מאמר I), כנראה בגלל עליה משמעותית בנפח בית השורשים.

#### ד. ריכוז יסודות הזנה בצמח כתלות בריסוס עלווי בברזל.

ריסוס בברזל הביא לעליה מובהקת בריכוז החנקן בעלים בחודש ספטמבר 95 בצור משה (1.7 לעומת 1.5%) ובלכיש (1.4 לעומת 1.3%). היסוד הנוסף היחיד שהושפע מהריסוס היה Mn, שעלה מ-50 ל-59 Mg/Mn. לפי המנגנון שהוצע לעיל קליטת המנגן דרך השורשים לא הספיקה למילוי צרכי הצמח, הריסוס בברזל מנע את תופעות החסר במנגן, ביצועי הצמחים השתפרו והתבטאו בין השאר בהגדלת קליטת החנקן והמנגן. העובדה כי ריכוז הכלורופיל בכל הטיפולים עלה בעקבות ריסוסי עלווה למרות שלא היה מחסור בברזל בעלים (מאמר I) תומכת בהשערה זו. אנו מניחים שהמחסור במנגן גרם לירידה בתכולת הכלורופיל בגלל ירידה בפעילות האנזים Superoxide demutase (SOD) המכיל Mn, נמצא בכלורופלסטים, ומגן עליהם מפני פירוקם על ידי סופראוקסיד (O<sub>2</sub>). לפי Marschner (1986) ברזל יכול להחליף מנגן באנזים במספר

משפחות, יתכן גם בפרח שעווה. בתאריכים מאוחרים יותר בצור משה (ב- 95/6 ו- 96/7) ריסוס עלוותי הוריד ב- 10-20%, או לא השפיע על ריכוז יסודות המזון בעלים. בלכיש השפעת תדירות ההשקיה היתה קטנה יותר מאשר בצור משה בכל האלמנטים (תוצאות אינן מובאות).

#### ה. הצטברות חומר יבש ויסודות מזון בנוף כתלות ברמת הדישון.

כמות החומר היבש שנצברה על ידי צמחים שדושנו ברמת דשן נמוכה (טיפול NI) היתה קטנה בדרך כלל מצמחים שדושנו ברמת דשן בינונית או גבוהה (ממצע כל הדיגמות 4.1 לעומת 5.1 בצור משה, 2.5 לעומת 2.7 ק"ג/צמח בלכיש (טבלה 4). כמויות החנקן והזרחן שהצטברו בנוף בטיפול NI היו נמוכות באופן ניכר

מהכמויות שנמצאו בטיפולים Nm ו- Nb (טבלה 4). בצור משה. בחנקן, מדובר ב- 65 ג' N/צמח בטפול NI לעומת 85 ג' ו- 121 ג' N/צמח, בהתאמה, ובזרחן 14 לעומת 18 ג' ו- 26 ג' P/צמח, בהתאמה. השפעת הטיפולים על קליטת P בשנה השנייה היתה קטנה יותר בגלל דישון שווה בכל הטיפולים. טיפולי הדישון השפיעו על קליטת K רק בראשית שנת 96 (36 לעומת 45 ג' K/צמח, טבלה 4). עם השוואת ריכוז K בכל הטיפולים, רמות N לא השפיעו על קליטתו.

בלכיש, טיפולי הדישון לא השפיעו בצורה ברורה ועיקבית על משקל החומר היבש או על ריכוז יסודות מזון בענפים דקים שלמים (אינו מוצג) ולכן גם לא היה הבדל משמעותי בקליטת חנקן, זרחן ואשלגן על ידי הצמחים (טבלה 4). גידול צמחים בבורות עם טוף בלכיש הביא לעליה של כ- 30% במשקל החומר היבש בנוף יחסית לגידול בקרקע עצמה ולעליה בשעור דומה בקליטת N ו- P (טבלה 4). בצור משה בורות הטוף לא הגדילו את ייצור החומר היבש או את הקליטה (טבלה 4).

#### סיכום

תצורות המים של צמחים בצור משה היתה גבוהה בהרבה ממנת ההשקיה המקובלת אצל חקלאים רבים אולם היא היתה הכרחית לקבלת היבול הגבוה והאיכותי שהתקבל בניסוי. יעילות ייצור החומר היבש (דיות מצטברת חלקי תוספת חומר יבש בתקופה) בתקופות 1/95-24/12/95, 6/12/95-1/5/96 ו- 21/10/96-1/5/97 היתה 270 ו- 328 ל"ק"ג, בדומה לערכים המתקבלים בגידולים אחרים. הדיות הערכה בליזימטרים (כולל המים שהוספו כגשם) וייצור החומר היבש בצמחים שגדלו בשדה.

ריכוז יסודות ההצה בענפים דקים שלמים של צמחים שהגיבו יבול גבוה ואיכותי היו 2.2-2.25, 0.35-1.5 ו- 1 ג' חנקן, זרחן ואשלגן ל- 100 ג' חומר יבש, בהתאמה. ריכוזי חנקן, זרחן ואשלגן שנמדדו בעלים דאגנוסטיים (שלושה פרקים עליונים בענף דק) היו נמוכים מאשר בענפים דקים שלמים (איורים 2, 3, 4, עונת 96/7), אולם ניתן להשתמש בהם בהחלט כאינדיקטורים למצב יסודות המזון בצמח. ריכוזי חנקן, זרחן ואשלגן בזרם הטונספירציה (מחושבים ככמות מצטברת שנקלטה חלקי נפח המים שדוית בתקופה) של צמח שגדל בליזימטר עם טוף ושלא רוסס בברזל היו 55-45, 6-5, ו- 39-28 מ"ג לליטר, בהתאמה, כאשר הערכים הנמוכים בטווח מתיחסים לתקופה 6/2/95-24/1/96 והגבוהים לתקופה 21/10/96-1/5/97. ניתן להשוות ריכוזים אלו לריכוזי היסודות במי החשקיה-100, 20 ו- 100 מ"ג לליטר, בהתאמה. ההפרש בריכוזים מצביע על כך שריכוז היסודות במים בטיפול הדישון המרכזי (Nm) היה גבוה יחסית לכושר הקליטה של הצמח ומאשר את הנחתנו הקודמת שריכוז החנקן בטיפול NI (50 מ"מ), במנת המים שניתנה, הספיק לצמח.

ההנחה הבסיסית של מחקר זה היתה כי ה-pH בפן הביניים שורש-קרקע הינו גורם חשוב המשפיע על הופעת כלורוזה בפרח שעווה וכי היחס אמון:חנקן המוספת במי ההשקיה משפיעים על ה-pH בסביבת השורש. השקיה עם חנקן בריכוז של 50 מ"ג לליטר ללא ריסוס בתכשירי ברזל הביאה בצור משה לריכוז כלורופיל וליבל נמוכים, ואילו ריכוז של 100 מ"ג לליטר הביא ליבל המירבי (מאמר I). ריסוס עלוותי בברזל מנע את הירידה ביבל ואת הכלורוזה בטיפול 50 מ"מ N למרות שריכוז הברזל בעלים בטיפול זה היה מספיק. דבר זה מוכיח שהפגיעה ביבל בטיפול NI לא נבעה מכמות בלתי מספיקה של חנקן שסופקה לצמח, אלא מהפרעה אחרת הקשורה גם ל-pH גבוה יחסית בסביבת השורש וריכוז נמוך של מנגן בעלים. המנגנון המוצע להסבר התופעות שניצפו הוא שהכלורוזה וחירידה ביבל נגרמו על ידי קליטה בלתי מספקת של מנגן, שגרמה להרס כלורופלסטים בעקבות אינאקטיבציה של האנזים SOD מכיל המנגן. עליה ניכרת בריכוז ברזל בעלים, שהושגה על ידי הריסוס העלוותי, איפשרה החלפת המנגן באנזים על ידי ברזל.

תהליכי שקיעה וספיחה של זרחן הקטינו מאוד את יעילות הניצול של הדשן שהוסף במי הטפטפת. הקטנת מרווחי ההשקיה הביאה אמנם לעלייה בריכוז הזרחן בעלים (לא מובחן) ובתמיסת הקרקע (מובחן, מאמר III) אולם גרמה לפחיתה ביבל הכללי של צמחים בוגרים (ראה מאמר I) ולכן אינה מומלצת. קליטת אשלגן על ידי צמחי פרח שעווה היתה נמוכה יחסית לצמחים ממשפחות אחרות (Jones, 1991; Marschner, 1995) ולכן אנו מניחים כי ניתן להוריד את ריכוזי האשלגן במי הטפטפת ל-50-70 מ"ג לליטר, מעט יותר מריכוז K בזרם הטרוספירציה. ריכוזי אשלגן נמוכים בעלים נמצאו גם בצמחים ממשפחות אחרות שמקורם באוסטרליה (משפחת הפרוטאואיים) על ידי Parks (1996) והוסברה בהסתגלות אבולוציונית שמקורה בתכולת אשלגן נמוכה בקרקעות הטבעיות של גידולים אלו.

### סקירת ספרות

- Jones, B. J. J. 1991. Plant Analysis. Handbook. Eds. B Wolf and H A Mills. Micro-Macro Publications.
- Marschner, H. 1986. Mineral nutrition of higher plants. Academic Press Limited, San Diego, CA.
- Parks, S. E., G. C. Cresswell, A. Haigh, F. Buining, and Barlow E. W. R. 1996. Nutritional requirements of some Proteaceous plants. IV national workshop for Australian native flowers.
- בר-יוסף, ב., א. זילבר, ט. מרקוביץ, אירית לבקוביץ, אסתר מור, ס. טולדו, נ. רואי. 1998. השפעת דישון חנקני ומרווחי השקיה על התפתחות צמחי פרח שעווה: I. יבול פרחים ותכולת כלורופיל. דו"ח למדען הראשי (פרויקט 301-235).
- בר-יוסף, ב., א. זילבר, ט. מרקוביץ, אירית לבקוביץ, אסתר מור, ס. טולדו, נ. רואי. 1998. השפעת דישון חנקני ומרווחי השקיה על התפתחות צמחי פרח שעווה: III. תכולת מים ויסודות מזון בקרקע. דו"ח למדען הראשי (פרויקט 301-235).

טבלה 1. הטיפולים בניסוי פרח שעווה בשנים 1995-7.

טיפולים <sup>א</sup>	מצע	מרווח השקיה (ימים)	ריכוז חנקן (מ"ג לליטר) צור משה לכיש
NIFm	קרקע	<sup>(1)</sup> 3	25 50
NmFm	קרקע	<sup>(1)</sup> 3	50 100
NbFm	קרקע	<sup>(1)</sup> 3	75 150
NmFl	קרקע	<sup>(2)</sup> 6	50 100
NmFh	קרקע	1/3	50 100
טוף <sup>(3)</sup>	טוף	1/3	50 100

(<sup>א</sup>) כל טיפול פוצל לשניים: (1) ריסוס בתכשירי ברזל. (2) בצור משה: ללא ריסוס; בלכיש: ריסוס בתדירות נמוכה (50% מ-1).

(<sup>ב</sup>) בשנת 1995-6 תדירות השקיה בטיפול זה בלכיש היתה 2 ימים.

טבלה 2. ריכוז ממוצע (לכל הטיפולים) של יסודות מזון בעלים דיאגנוסטיים (DLv); שלושה פרקים עליונים של ענפים דקים, בענפים דקים שלמים מכילים בעיקר עלים (Lv) ובענפים עבים (Br) של צמחים בלכיש בשלבי גידול שונים (ריסוס מלא בברזל).

מועד	איבר	N	P	K	Ca	Mg	Zn	Mn
		(g 100 g <sup>-1</sup> )					(mg kg <sup>-1</sup> )	
24.9.95	DLv	1.42	0.16	1.08	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
28.11.95	DLv	1.52	0.17	0.95	0.40 *	0.15	n.d.	16
9.10.96	DLv	1.82*	0.22*** ***	1.05***	0.61*	0.19**	5	6*** ***
25.12.96	DLv	1.64	0.2*	0.88	0.59	0.168	22	16* ***
Harvest <sup>+</sup> 96	Lv	1.76	0.19	0.92	0.67*	0.18*	20	40*
21.10.96	Lv	1.95	0.20	1.00	0.76	0.26	11	17***
Harvest 97	Lv	1.80	0.19	0.82	0.70	0.17	11	27*
Harvest 96	Br	0.33*	0.042*	0.28	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
21.10.96	Br	0.33	0.05	0.36	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

\* \*\* ו- \*\*\* בצד ימין של המספרים מסמן מובהקות בין הטיפולים ברמה של: 0.05, 0.01 ו-0.005, בהתאמה.  
\* \*\* ו- \*\*\* מתחת למספרים מסמן מובהקות בין טיפולי הריסוס בברזל ברמה של: 0.05, 0.01 ו-0.005, בהתאמה.  
- הקטיף (Harvest) נעשה בשתי השנים במהלך אפריל-מאי.  
n.d. - לא נבדק.

טבלה 3. משקל חומר יבש (DW, ק"ג לצמח) וריכוז חנקן, זרח ואשלגן (ג'/100 ג' חומר יבש) בעלים דיאגנוסטיים (DLv; שלושה פרקים עליונים של ענפים דקים), בענפים דקים שלמים מכילים בעיקר עלים (Lv) ובענפים עבים (Br), של צמחים בשלבי גדול שונים שהניבו את היבול המירבי בצור משה ללא ריסוס בברזל (טיפול NmFI).

	DLv				Lv				Br		
	6/95	11/9 5	10/9 6	12/9 6	12/9 5	4/96	10/96	4/97	12/96	4/96	10/96
N	1.48	1.86	2.08	1.30	2.06	2.25	2.80	1.78	0.47	0.44	0.51
P	0.15	0.24	0.22	0.19	0.32	0.58	0.33	0.29	0.06	0.06	0.05
K	1.16	1.28	1.34	1.16	1.20	1.13	1.88	0.93	0.47	0.36	0.46
DW	-	-	-	-	3.16	4.67	2.55	3.89	1.93	2.39	1.35

טבלה 4. השפעת טיפולי הדישון על כמויות חומר יבש (DW), חנקן, זרחן ואשלגן שהצטברו בנוף של צמחים שלא רוססו (צור משה) או רוססו חלקית (לכיש) בתכשירי ברזל.

		DW	N	P	K
		(ק"ג/צמח)	(ג'/צמח)		
צור משה					
6.12.95	Nl Nm Nh Tuff Mean LSD <sub>0.05</sub>	4.1 b 5.2ab 5.1ab 6.1 a 5.1 1.1	55 b 77 a 78 a 83 a 73 21	8 b 12 a 13 a 10ab 11 3.5	36 b 47 a 43ab 51 a 45 11
Harvest 96	Nl Nm Nh Tuff Mean LSD <sub>0.05</sub>	6.7 6.6 6.5 7.4 6.8 1.6	76 b 86ab 123 a 105ab 105 42	18 c 20 bc 30 a 21 ab 24 8	50 53 58 64 57 17
21.10.96	Nl Nm Nh Tuff Mean LSD <sub>0.05</sub>	2.4 b 3.5 a 3.6 a 3.5 a 3.4 0.9	47 b 74 a 81 a 63 b 68 23	7 c 10 a 9ab 7bc 8 2.7	35 b 46ab 44ab 45ab 44 18
Harvest 97 #	Nl Nm Nh Tuff Mean LSD <sub>0.05</sub>	2.7 b 3.5ab 4.4 a 4.7 a 3.8 1.4	45 c 70 b 99 a 78ab 71 24	9 b 13ab 18 a 10ab 12 5.9	28 b 35ab 45 a 42ab 36 16

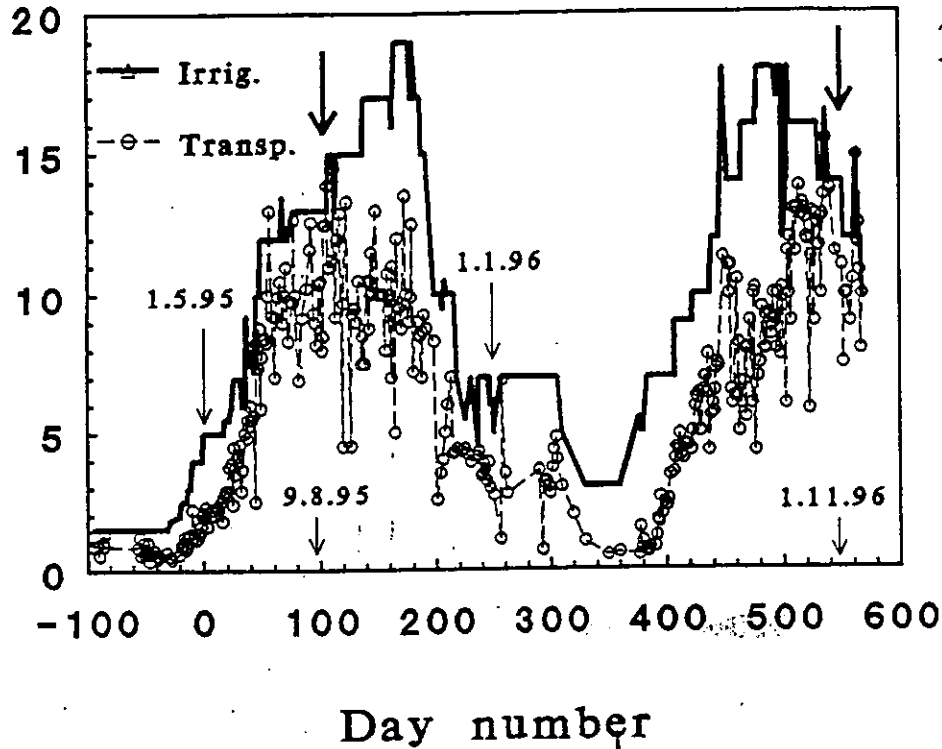
לכיש					
Harvest 96	Nl Nm Nh Tuff Mean LSD <sub>0.05</sub>	2.7ab 2.9ab 2.5 b 3.5 a 2.9 0.9	32 b 41ab 31 b 52 a 39 14	3.6 b 4.6 b 3.6 b 5.7 a 4.2 1.8	20ab 23ab 18 b 23ab 21 7
22.10.96	Nl Nm Nh Tuff Mean LSD <sub>0.05</sub>	1.8 b 1.4bc 1.1 c 2.5 a 1.7 1.7	28 b 19 b 19 b 39 a 26 9	2.4bc 1.6 c 1.6 c 1.6 c 2.7 1.2	15 c 10bc 9 c 10bc 14 6
Harvest 97 #	Nl Nm Nh Tuff Mean LSD <sub>0.05</sub>	2.6 b 3.6 a 3.4ab 3.9 a 3.5 0.9	46 b 60ab 66 a 66 a 64 19	4.7 b 5.9ab 7.3ab 8.8 a 7.0 3.5	22 b 26 b 31ab 30ab 29 8

# - בקטיף של אפריל 96 נשקלו רק ענפים דקים שלמים (המכילים בעיקר עלים) שהיו כ- 70-75% מכלל משקל הנוף). על מנת להשוות את התוצאות בתאריך זה עם תאריכים אחרים יש לכפול את משקל הנוף 1.3 ואת תכולת היסודות ב-1.2.

אותיות שונות מציינות הבדלים מובהקים במבחן LSD בדרגת הסתברות של  $p \leq 0.05$ .

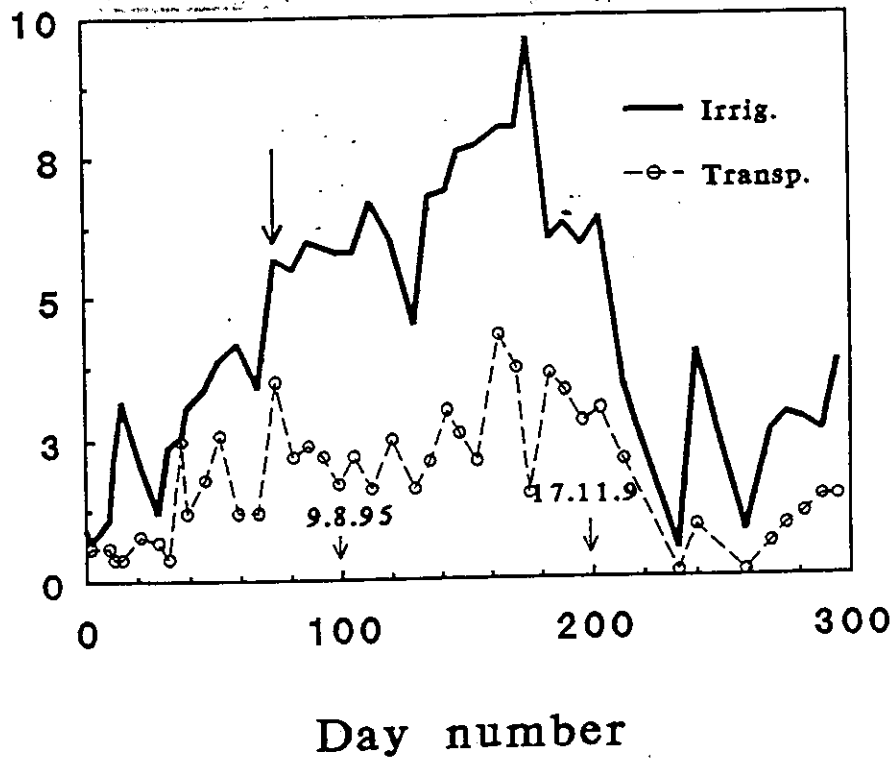
## Zur Moshe 1995-6

Irrig. and transp. (L/plant day)

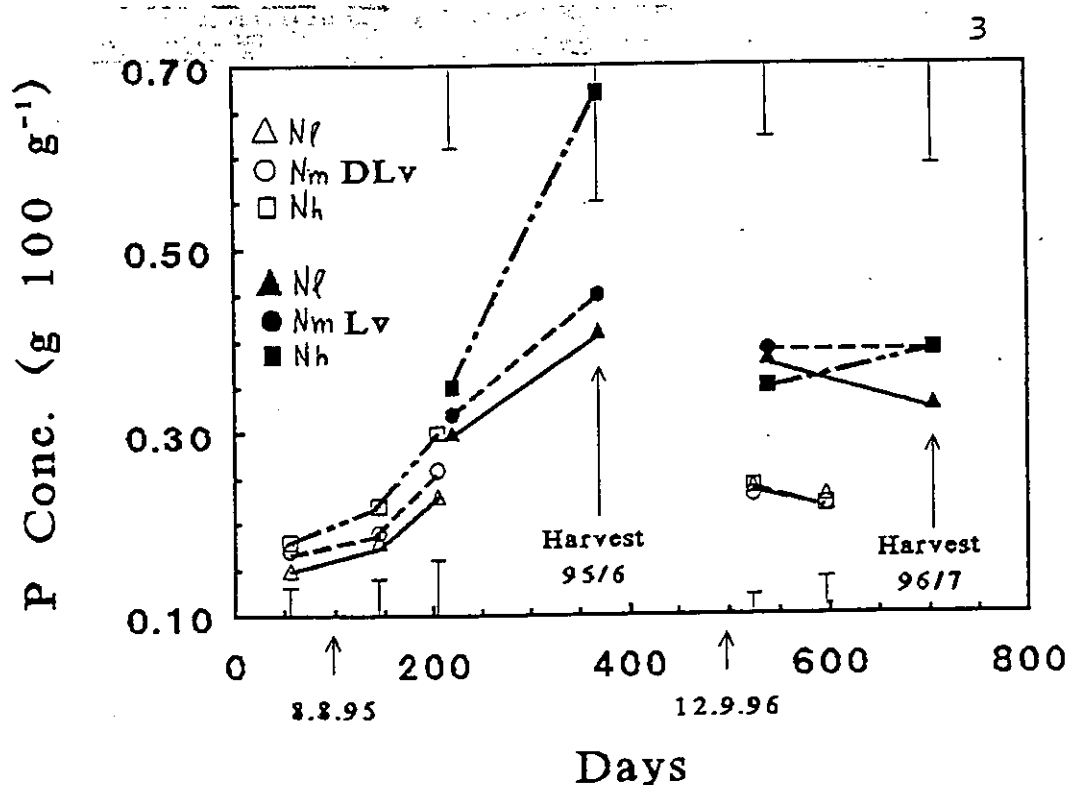
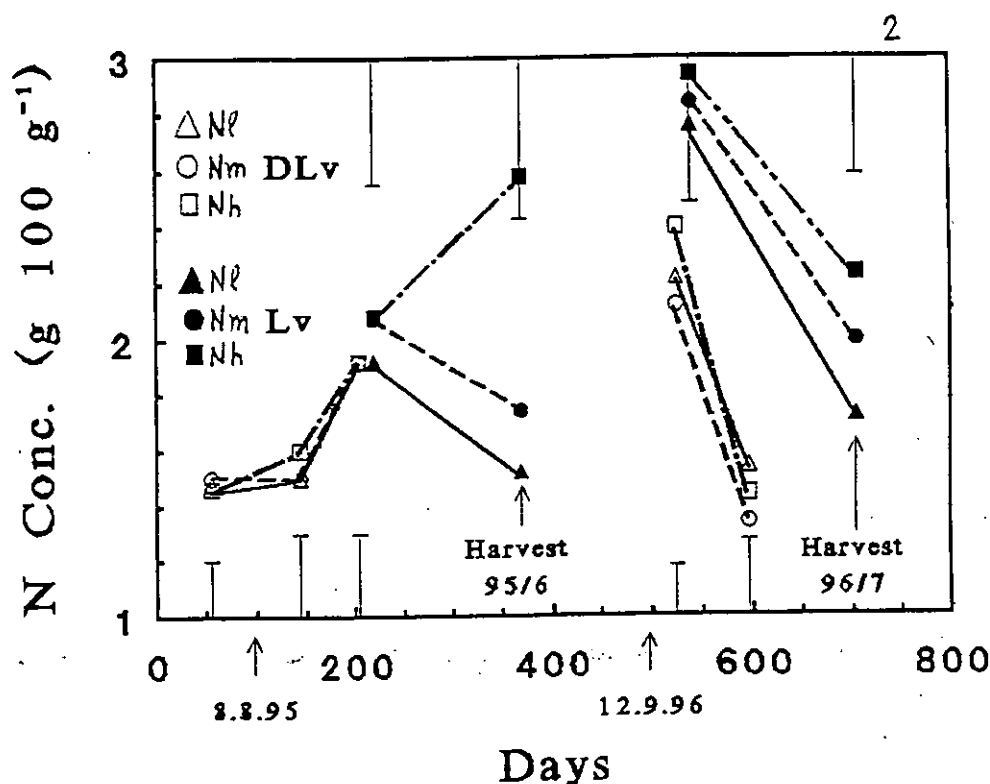


## Lachish 1995-6

Irrig. and transp. (L/pl. day)

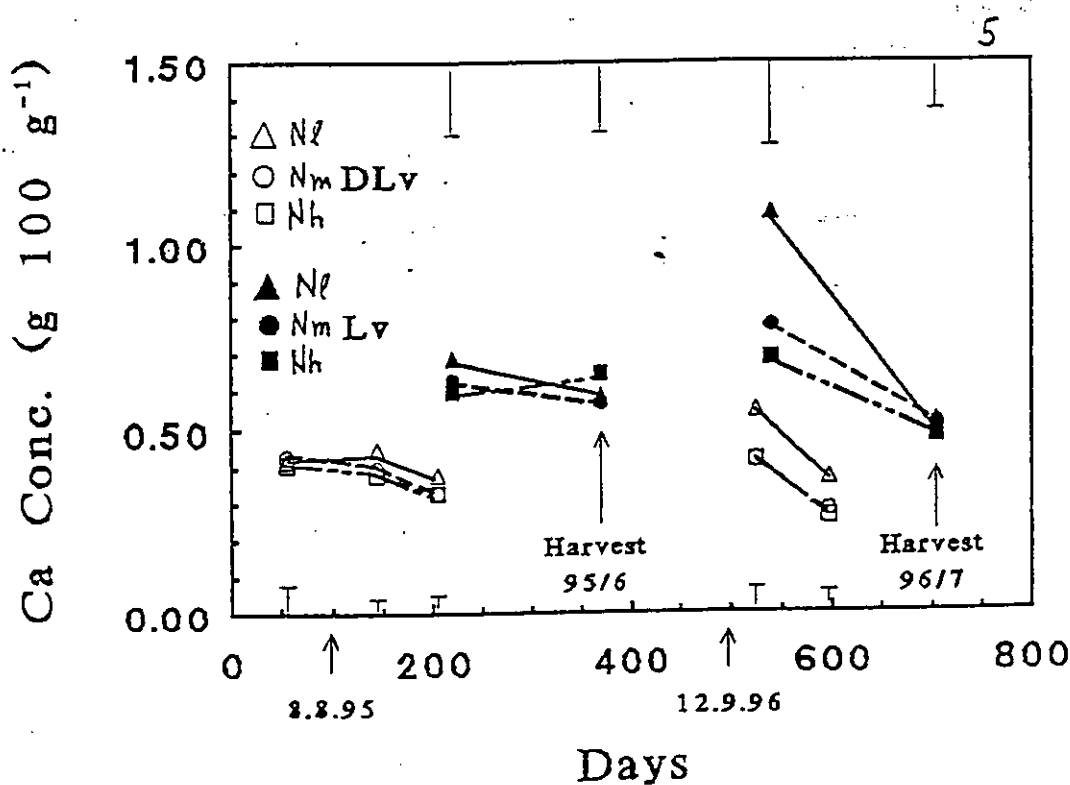
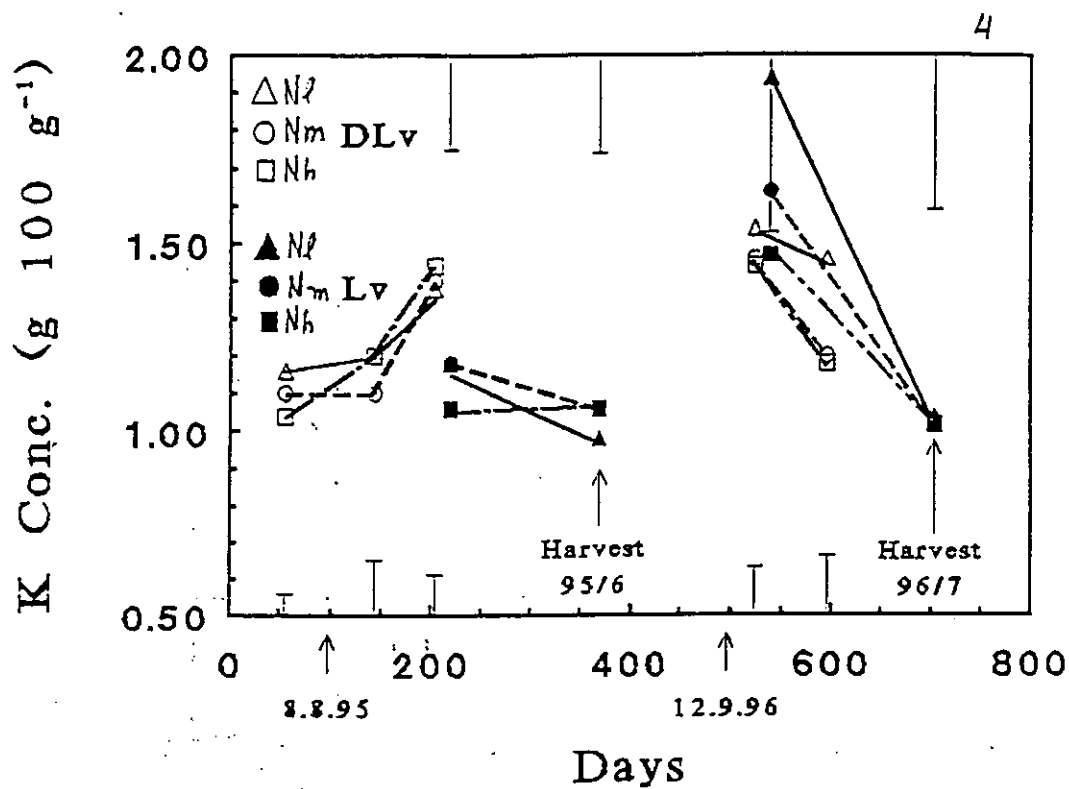


איור 1. השפעת הזמן (יום אפס - 1.5.95) על כמות מי ההשקיה והטרנספירציה המחושבת ממדידות בליימטר עם טוף בצור משה (1a) ובלכיש (1b). חצים באיור עליון מציינים תקופות בהן מנת המים הגבילה את התפתחות הצמחים בצור משה. חץ באיור תחתון מציינ תקופה בה צמת שגדל בליימטר בלכיש היה קטן מצמת שגדל בשדה.

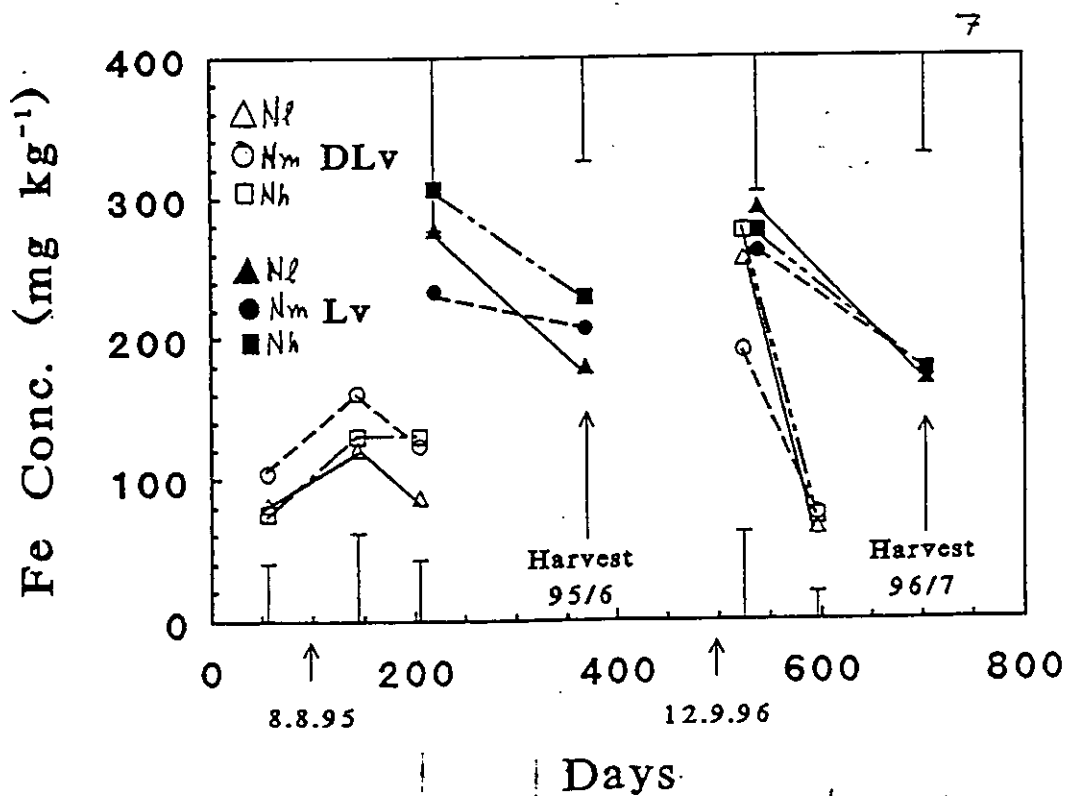
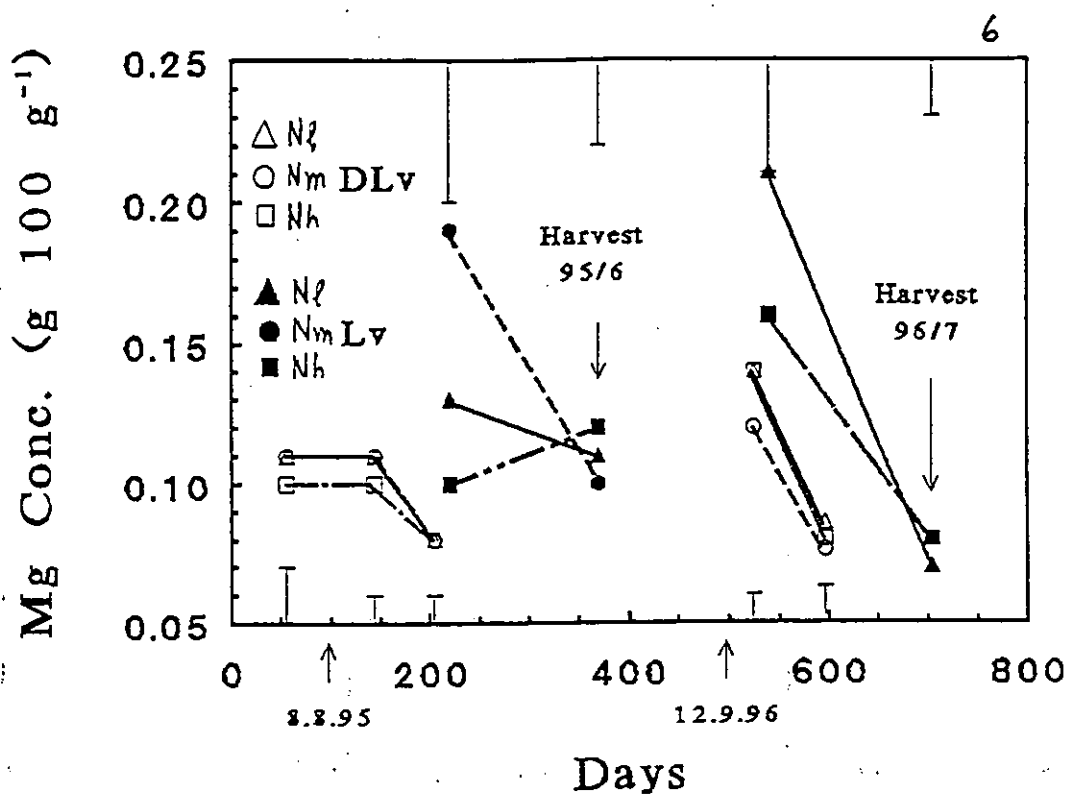


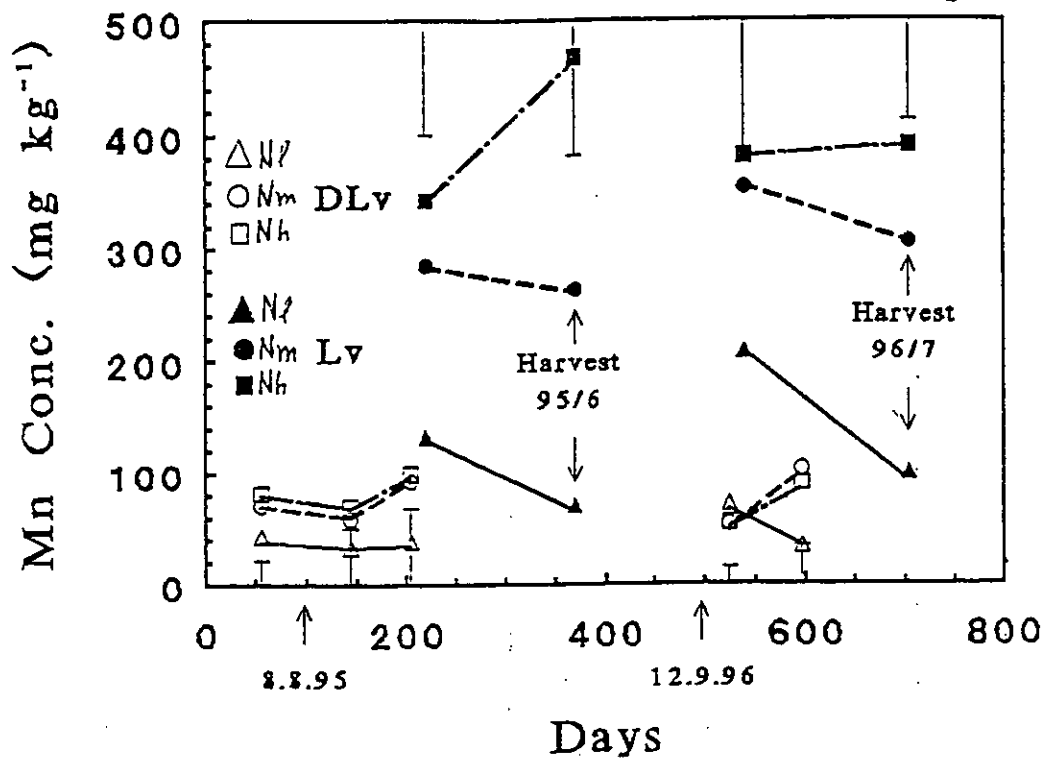
א"ח 8-2. השפעת הזמן (יום אפס - 1.5.95) על ריכוזי חנקן, זרחן, אשלגן, מנגן, סידן, מנגניום בעלים באגס (DLV) ובענפים דקים המכילים בעיקר עלים (LV) של צמחים מצור משה. קווים אנכיים קיימים  $LSD_{0.05}$  של עלי אינדקס (החתוך) וענפים דקים (עליון). הק"פ 194 בחצו 2312 א"ח 215. סיבולת 1210 ריטוס 1111 דג"ס.





(72nd)





(2-8 2/10 2/11)

